

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২

এসএসসি ও দাখিল (ভোকেশনাল)

নবম-দশম শ্রেণি



জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক প্রকাশিত

বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক প্রণীত



বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষাবোর্ড কর্তৃক ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও
দাখিল (ভোকেশনাল) শিক্ষাক্রমের নবম ও দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকরূপে নির্ধারিত।

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২

General Electrical Works

প্রথম ও দ্বিতীয় পত্র

নবম ও দশম শ্রেণি

লেখক

প্রকৌশলী মোঃ আনোয়ার হোসেন

বিএসসি ইঞ্জিনিয়ারিং-ইইই (ডুয়েট)

এম.এস.সি. ইন টেকনিক্যাল এডুকেশন (ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং)

অনার্সসহ ১ম শ্রেণিতে ১ম (স্বর্ণপদক প্রাপ্ত),

ও

অধ্যক্ষ, রংপুর টেকনিক্যাল স্কুল ও কলেজ, রংপুর।

সম্পাদক

মোঃ আব্দুস সালাম

চীফ ইন্সট্রাকটর (ইলেকট্রিক্যাল)

রংপুর টেকনিক্যাল স্কুল ও কলেজ, রংপুর।

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ কর্তৃক প্রকাশিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০, মতিঝিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা-১০০০

কর্তৃক প্রকাশিত।

[প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্বত্ত্ব সংরক্ষিত]

পরীক্ষামূলক সংস্করণ

প্রথম প্রকাশ : নভেম্বর, ২০১৬

পুনর্মুদ্রণ : আগস্ট, ২০১৭

ডিজাইন

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

প্রসঙ্গ-কথা

শিক্ষা জাতীয় জীবনের সর্বতোমুখী উন্নয়নের পূর্বশর্ত। দ্রুত পরিবর্তনশীল বিশ্বের চ্যালেঞ্জ মোকাবেলা করে বাংলাদেশকে উন্নয়ন ও সমৃদ্ধির দিকে নিয়ে যাওয়ার জন্য প্রয়োজন সুশিক্ষিত-দক্ষ মানব সম্পদ। কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষা দক্ষ মানব সম্পদ উন্নয়ন, দারিদ্র্য বিমোচন, কর্মসংস্থান এবং আত্মনির্ভরশীল হয়ে বেকার সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ অবদান রাখছে। বাংলাদেশের মতো উন্নয়নশীল দেশে কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার ব্যাপক প্রসারের কোনো বিকল্প নেই। তাই ক্রমপরিবর্তনশীল অর্থনীতির সঙ্গে দেশে ও বিদেশে কারিগরি শিক্ষায় শিক্ষিত দক্ষ জনশক্তির চাহিদা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ কারণে বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) স্তরের শিক্ষাক্রম ইতোমধ্যে পরিমার্জন করে যুগোপযোগী করা হয়েছে।

শিক্ষাক্রম উন্নয়ন একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়া। পরিমার্জিত শিক্ষাক্রমের আলোকে প্রণীত পাঠ্যপুস্তকসমূহ পরিবর্তনশীল চাহিদার পরিপ্রেক্ষিতে এসএসসি (ভোকেশনাল) ও দাখিল (ভোকেশনাল) পর্যায়ে অধ্যয়নরত শিক্ষার্থীদের যথাযথভাবে কারিগরি শিক্ষায় দক্ষ করে গড়ে তুলতে সক্ষম হবে। অভ্যন্তরীণ ও বহির্বিশ্বে কর্মসংস্থানের সুযোগ সৃষ্টি এবং আত্মকর্মসংস্থানে উদ্যোগী হওয়াসহ উচ্চশিক্ষার পথ সুগম হবে। ফলে রূপকল্প-২০২১ অনুযায়ী জাতিকে বিজ্ঞানমনস্ক ও প্রশিক্ষিত করে ডিজিটাল বাংলাদেশ নির্মাণে আমরা উজ্জীবিত।

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার ২০০৯ শিক্ষাবর্ষ হতে সকলস্তরের পাঠ্যপুস্তক বিনামূল্যে শিক্ষার্থীদের মধ্যে বিতরণ করার যুগান্তকারী সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। কোমলমতি শিক্ষার্থীদের আরও আগ্রহী, কৌতূহলী ও মনোযোগী করার জন্য মাননীয় প্রধানমন্ত্রী শেখ হাসিনার নেতৃত্বে আওয়ামী লীগ সরকার প্রাক-প্রাথমিক, প্রাথমিক, মাধ্যমিকস্তর থেকে শুরু করে ইবতেদায়ি, দাখিল, দাখিল ভোকেশনাল ও এসএসসি ভোকেশনালস্তরের পাঠ্যপুস্তকসমূহ চার রঙে উল্লীত করে আকর্ষণীয়, টেকসই ও বিনামূল্যে বিতরণ করার মহৎ উদ্যোগ গ্রহণ করেছে; যা একটি ব্যতিক্রমী প্রয়াস। বাংলাদেশ কারিগরি শিক্ষা বোর্ড কর্তৃক রচিত ভোকেশনালস্তরের ট্রেড পাঠ্যপুস্তকসমূহ সরকারি সিদ্ধান্তের প্রেক্ষিতে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড ২০১৭ শিক্ষাবর্ষ থেকে সংশোধন ও পরিমার্জন করে মুদ্রণের দায়িত্ব গ্রহণ করে। এ বছর উন্নতমানের কাগজ ও চার রঙের প্রচ্ছদ ব্যবহার করে অতি অল্প সময়ে পাঠ্যপুস্তকটি মুদ্রণ করে প্রকাশ করা হলো।

বানানের ক্ষেত্রে সমতা বিধানের জন্য অনুসৃত হয়েছে বাংলা একাডেমি কর্তৃক প্রণীত বানান রীতি। পাঠ্যপুস্তকটির আরও উন্নয়নের জন্য যে কোনো গঠনমূলক ও যুক্তিসংগত পরামর্শ গুরুত্বের সাথে বিবেচিত হবে। শিক্ষার্থীদের হাতে সময়মত বই পৌঁছে দেওয়ার জন্য মুদ্রণের কাজ দ্রুত করতে গিয়ে কিছু ত্রুটি-বিচ্যুতি থেকে যেতে পারে। পরবর্তী সংস্করণে বইটি আরও সুন্দর, প্রাঞ্জল ও ত্রুটিমুক্ত করার চেষ্টা করা হবে। যাঁরা বইটি রচনা, সম্পাদনা, প্রকাশনার কাজে আন্তরিকভাবে মেধা ও শ্রম দিয়ে সহযোগিতা করেছেন তাঁদের জানাই আন্তরিক ধন্যবাদ। পাঠ্যপুস্তকটি শিক্ষার্থীরা আনন্দের সঙ্গে পাঠ করবে এবং তাদের মেধা ও দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে বলে আশা করি।

প্রফেসর নারায়ণ চন্দ্র সাহা

চেয়ারম্যান

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

প্রথম পত্র

অধ্যায়	শিরোনাম	পৃষ্ঠা
প্রথম	বৈদ্যুতিক কাজে নিরাপত্তা ও নিরাপদ কর্মপদ্ধতি	১-৭
দ্বিতীয়	বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় প্রাথমিক চিকিৎসা	৮-১১
তৃতীয়	ইলেকট্রিশিয়ানের হ্যান্ড টুল	১২-২৩
চতুর্থ	বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ফিটিংস	২৪-৩১
পঞ্চম	বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল	৩২-৪৩
ষষ্ঠ	বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট	৪৪-৫০
সপ্তম	সোল্ডারিং ও টেপিং	৫১-৫৪
অষ্টম	তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ ড্রপ	৫৫-৫৭
নবম	বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং	৫৮-৬২
দশম	চ্যানেল ওয়্যারিং	৬৩-৬৭
একাদশ	কন্ডুইট ওয়্যারিং	৬৮-৭৯
দ্বাদশ	সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং	৮০-৮৩
ত্রয়োদশ	কনসিড কন্ডুইট ওয়্যারিং	৮৪-৮৯
চতুর্দশ	ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত সার্কিট	৯০-৯৯
পঞ্চদশ	ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	১০০-১০২
ষোড়শ	নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র	১০৩-১০৬
সপ্তদশ	রক্ষণ যন্ত্র	১০৭-১১৮
অষ্টাদশ	সার্কিস এন্ট্রাল	১১৯-১২৪
উনবিংশ	আর্থিং	১২৫-১৩৪
বিংশ	মেগার	১৩৫-১৩৮
একবিংশ	ওয়্যারিং টেস্টিং	১৩৯-১৪৭
দ্বাবিংশ	ওয়্যারিং লে-আউট ও ব্ল-প্রিন্ট	১৪৮-১৫৪
ত্রয়োবিংশ	বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন(এস্টিমেটিং)	১৫৫-১৬১
চতুর্বিংশ	বৈদ্যুতিক নিরাপদ বিধি	১৬২-১৬৬
পঞ্চবিংশ	প্রজেক্ট তৈরি	১৬৭
ষড়বিংশ	ব্যবহারিক	১৬৮-২১৬

দ্বিতীয় পত্র

অধ্যায়	শিরোনাম	পৃষ্ঠা
প্রথম	সেল ও ব্যাটারি	২১৭-২১৯
দ্বিতীয়	সাধারণ সেল ও ড্রাই-সেল	২২০-২২৫
তৃতীয়	লিড এসিড সেল	২২৬-২৩১
চতুর্থ	সেলের সংযোগ	২৩২-২৩৬
পঞ্চম	ব্যাটারির রেটিং	২৩৭-২৩৯
ষষ্ঠ	ব্যাটারি চার্জার ও চার্জিং পদ্ধতি	২৪০-২৪২
সপ্তম	সোলার সিস্টেম	২৪৩-২৪৬
অষ্টম	সাব-স্টেশন	২৪৭-২৫০
নবম	সার্কিট ব্রেকার	২৫১-২৫৮
দশম	রিঙ্গে ও লাইটনিং অ্যারেস্টর	২৫৯-২৬২
একাদশ	বিদ্যুৎ পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক	২৬৩-২৭০
দ্বাদশ	বৈদ্যুতিক হিটার ও বৈদ্যুতিক কুকার	২৭১-২৭৮
ত্রয়োদশ	বৈদ্যুতিক ইন্ট্রি	২৭৯-২৮৪
চতুর্দশ	বৈদ্যুতিক কেটলি ও টোস্টার	২৮৫-২৯১
পঞ্চদশ	বৈদ্যুতিক ভ্যাকুয়াম ক্লিনার ও বৈদ্যুতিক হেয়ার ড্রায়ার	২৯২-২৯৪
ষোড়শ	রেফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক সার্কিট	২৯৫-২৯৭
সপ্তদশ	মাইক্রো ওয়েভ	২৯৮-২৯৯
অষ্টাদশ	বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির সাধারণ ত্রুটি	৩০০-৩০২
উনবিংশ	আইপিএস/ইপিএস/ইউপিএস, ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার	৩০৩-৩০৫
বিংশ	প্রজেক্ট তৈরি	৩০৬
একবিংশ	ব্যবহারিক	৩০৭-৩২৮

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২ (প্রথম পত্র)

নবম শ্রেণি

বিষয় কোড: ৯০১৪

প্রথম অধ্যায়

বৈদ্যুতিক কাজে নিরাপত্তা ও নিরাপদ কর্ম পদ্ধতি

Safety of Working Procedure

অন্যমনস্ক, অতিরিক্ত আস্থা, অজ্ঞতা, অনভিজ্ঞতা, টিলা-ঢালা পোশাক, যন্ত্রপাতির অপব্যবহার, অসতর্কতা ইত্যাদি কারণে কল-কারখানায় দুর্ঘটনা ঘটে। বৈদ্যুতিক ওয়ার্কসে কাজ করতে শর্ট সার্কিটজনিত দুর্ঘটনায় আগুন লাগা ও অন্যান্য দুর্ঘটনার বিষয়ে সাবধানতা মেনে চলা উচিত। বর্তমানে বিজ্ঞানের অগ্রযাত্রার সাথে সাথে মানব জীবনের প্রায় প্রতিটি ক্ষেত্রেই বিদ্যুতের ব্যবহার অত্যন্ত প্রয়োজনীয় হয়ে পড়েছে। সেই প্রেক্ষিতে বিশ্বের প্রায় প্রতিটি মানুষকেই বিদ্যুৎ এবং এর ব্যবহার সম্পর্কে জানা আবশ্যিক। তবে বিদ্যুৎ সম্পর্কে জানতে হলে প্রথমে ইহা যেন বিপদের কারণ না হয় তা নিশ্চিত হতে হবে এবং কৌশল জেনে বিদ্যুৎ এর নিরাপদ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে। নিরাপত্তার শর্তাবলি যথাযথভাবে পালন করে বৈদ্যুতিক কাজ করাকেই নিরাপদ কর্ম পদ্ধতি বলে।

১.১ নিরাপত্তা ও নিরাপদ কর্মপদ্ধতি: Security First. কাজের প্রথমে নিরাপত্তা, এ কথাটি সর্বজন স্বীকৃত। যে কোন কাজের শুরুতে সে বিষয়ে নিরাপত্তার দিকগুলো সবচেয়ে আগে বিবেচনা করতে হবে। কাজের শুরুতে নিরাপত্তা, কাজ চলাকালীন নিরাপত্তা এবং কাজ শেষে নিরাপত্তা, এ বিষয়গুলো আলাদাভাবে চিন্তা করতে হবে। বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় যেন কোন ধরনের দুর্ঘটনা না ঘটে সে বিষয়গুলোকে কাজের নিরাপত্তা বলে। যানবাহন পরিচালনা, মেরামত, মেশিন পরিচালনা, মেরামত, নির্মাণ কাজ তৈরি এবং মেরামত, বৈদ্যুতিক স্থাপনা, পরিচালনা ও মেরামত ইত্যাদি সকল ধরনের কাজে নিরাপত্তার বিষয়টি অগ্রাধিকার। নিরাপত্তার শর্তাবলি যথাযথভাবে পালন করে বৈদ্যুতিক কাজ করাকেই নিরাপদ কর্ম পদ্ধতি বলে।

১.২ বৈদ্যুতিক কাজ করার নিরাপত্তা: বৈদ্যুতিক কাজে নিরাপত্তার বিষয়টি সবচেয়ে বেশি গ্রহণযোগ্য এবং গুরুত্বপূর্ণ। কারণ এ কাজের ভুলে জীবনের ঝুঁকি সবচেয়ে বেশি। বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় যে সমস্ত বিষয়ে নিরাপত্তার দিক বিবেচনা করতে হয় সেগুলো নিম্নরূপ:

- (ক) বৈদ্যুতিক লাইন বা যন্ত্রপাতিতে কাজ করার আগে সেগুলোকে সঠিকভাবে আর্থ করে বা অন্যভাবে তড়িৎ মুক্ত করে নিতে হবে। কাছাকাছি অন্য কোন বিপজ্জনক লাইভ লাইন থাকলে তাকেও তড়িৎ মুক্ত করে নিতে হবে। নজর রাখতে হবে, সেগুলো যেন কাজের সময় নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থায় ঝুঁকি পূর্ণ না হয়।
- (খ) বৈদ্যুতিক লোডসমূহের নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র বা সুইচসমূহ লাইভ তারে সংযোগ করতে হবে।
- (গ) কোন লাইভ লাইনে কাজ করার পূর্বে উহার সরবরাহ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে নিতে হবে এবং বিচ্ছিন্নকারী ডিভাইস দেখে নিশ্চিত হতে হবে এবং কাজ করা পর্যন্ত তা নিশ্চিত থাকবে।
- (ঘ) কোন বিচ্ছিন্ন বা নবনির্মিত লাইনে বিদ্যুৎ সংযোগ করার পূর্বে অবশ্যই লাইনে কেহ কাজ করছে না এই মর্মে নিশ্চিত হতে হবে।

- (ঙ) বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করার সময় রবার গ্লোবস রবারের জুতা, এপ্রোন ও সেফটি হেলমেট ইত্যাদির ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- (চ) পোলে বা টাওয়ারে বৈদ্যুতিক কাজ করতে সেফটি বেল্ট পড়তে হবে।
- (ছ) কোন সার্কিটের ফিউজ পরিবর্তনের সময় অবশ্যই সার্কিটের সমস্ত লোড অফ করে নিতে হবে।
- (জ) যে অংশে বৈদ্যুতিক কাজ করতে হবে সে অংশে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে নিতে হবে। সুইচ অফ করা সম্ভব নয় এরূপ ক্ষেত্রে শুকনা কাঠ বা রবারের উপর দাঁড়িয়ে অর্থাৎ বডি আর্থ মুক্ত রেখে কাজ করতে হবে।
- (ঝ) যে সমস্ত বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারে কাজ করা হবে সেগুলো মানসম্মত হতে হবে।

১.৩ বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা সংঘটনের কারণসমূহ: যে কোন কাজের প্রথমে নিরাপত্তা। জীবনের বিনিময়ে কোন কাজ নয়। বৈদ্যুতিক কাজের জন্য ইহা আরও জরুরি। নিরাপত্তার শর্তসমূহ যথাযথভাবে জেনে নিজেকে বিপদমুক্ত রেখে বৈদ্যুতিক কাজ সুষ্ঠুভাবে করাই নিরাপদ কর্ম পদ্ধতি।

বিভিন্ন কারণে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা সংগঠিত হতে পারে। তবে সচরাচর যে সমস্ত কারণে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা ঘটে সেগুলো নিম্নরূপ:

১. বৈদ্যুতিক আইন অমান্য করলে।
২. কাজে অমোনযোগী হলে।
৩. ভয়ভীতি ও নার্ভাস অনুভব এর কারণে।
৪. অজ্ঞতা ও বুদ্ধিহীনতার কারণে।
৫. অতিরিক্ত সাহসিকতা দেখাতে গিয়ে।
৬. রক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণকারী যন্ত্রপাতি ব্যবহার সঠিক না হলে।
৭. ত্রুটিপূর্ণ যন্ত্রপাতি ব্যবহার করার ফলে।
৮. বৈদ্যুতিক মেশিন, যন্ত্রপাতি কিংবা চলমান যন্ত্রপাতিকে যথাযথভাবে আর্থিং না করলে।
৯. নিউট্রালে সুইচ লাগিয়ে সঠিক আছে ভেবে কাজ করলে।
১০. সাপ্লাই কিংবা ইলেকট্রোস্ট্যাটিক চার্জ আছে কীনা সে ব্যাপারে নিজে নিশ্চিত না হয়ে বৈদ্যুতিক লাইন স্পর্শ করলে।
১১. বৈদ্যুতিক মেশিন বা লাইনে কেউ কাজ করছে কীনা, সে ব্যাপারে নিশ্চিত না হয়ে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিলে।
১২. সরবরাহ লাইন, নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র, রক্ষণ যন্ত্র প্রভৃতি যন্ত্রপাতি আকারে, শক্তিতে ও যান্ত্রিক বলে পর্যাপ্ত না হলে।
১৩. পরিবাহী তারের ইনসুলেশন খারাপ হলে।
১৪. ঘূর্ণয়মান মেশিনে কভার না থাকায়।
১৫. বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করার সময় হেলমেট, এপ্রোন, সেফটি বেল্ট, হ্যান্ড গ্লোবস, গগলস পরিধান করে কাজ না করলে।

১.৪ দুর্ঘটনা নিবারণমূলক ব্যবস্থার প্রয়োজনীয়তা: বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় কোন ব্যক্তি আহত হতে পারে, পঙ্গু হতে পারে, এমনকি মারাও যেতে পারে। আবার সম্পদ, মেশিন পত্রাদিরও ব্যাপক ক্ষতি সাধন কিংবা ধ্বংস হয়েও যেতে পারে। কোন কোন ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় আগুন লেগে ব্যাপক ক্ষয়-ক্ষতি হয়ে থাকে। এরূপ বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা দেখা দিলে তা অতিসত্বর দূর করতে যে ব্যবস্থা নেওয়া হয়, তাকে দুর্ঘটনা নিবারণমূলক ব্যবস্থা বলে। দুর্ঘটনার মারাত্মক ফলাফল এড়াতে এবং ক্ষয়-ক্ষতি কমাতে দুর্ঘটনা নিবারণমূলক ব্যবস্থার গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

১.৫ বৈদ্যুতিক কাজে দুর্ঘটনা এড়ানো/প্রতিরোধ ও নিবারণমূলক সরঞ্জামাদির তালিকা: দুর্ঘটনা যে কোন সময় ঘটতেই পারে। বৈদ্যুতিক কাজে দুর্ঘটনা এড়ানো ও নিবারণের জন্য প্রয়োজনীয় সরঞ্জামাদি ব্যবহার করলে অনেক ক্ষেত্রে সহজেই দুর্ঘটনা এড়ানো এবং দ্রুত দূর করা যায়। এ কাজে ব্যবহৃত সরঞ্জামগুলো-

১. ফায়ার এক্সটিংগুইশার বা আগুন নিবারণকারী যন্ত্র	২. কার্বনডাই অক্সাইড গুইশার	৩. কার্বন ট্রেট্রা-ক্লোরাইড গুইশার
৪. বালতিতে পানি, বালি	৫. শুকনো কাঠ, বাঁশ রাখা	৬. মোটা কাগজ
৭. সেফটি হেলমেট	৮. ভালো আর্থিং	৯. হ্যান্ড গ্লোবস
১০. সেফটি বেল্ট	১১. রবারের জুতা	১২. এপ্রোন
১৩. গগলস	১৪. নিয়ন টেস্টার	১৫. হট স্টিক
১৬. রক্ষণ যন্ত্র	১৭. সতর্কীকরণ নোটিশ	১৮. নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র
১৯. বার্ড গার্ড	২০. লাইটনিং গ্র্যারেস্টর	২১. তার
২২. কাঁটার বেড়া ইত্যাদি।		

নিবারণকারী সরঞ্জাম: নিবারণকারী সরঞ্জাম বলতে যে সকল সরঞ্জামের সহায়তায় কোন দুর্ঘটনা দ্রুততার সাথে নিয়ন্ত্রণ বা নিবারণ করা যায় এগুলোকে বোঝায়। নিম্নে কয়েকটি দুর্ঘটনা নিবারণকারী সাধারণ সরঞ্জামের নাম উল্লেখ করা হলো।

- ১। প্রাথমিক চিকিৎসা বক্স,
- ২। ফায়ার এক্সটিংগুইশার ও
- ৩। বালতি ভর্তি বালি।

দুর্ঘটনা প্রতিরোধক সরঞ্জাম: যে সমস্ত সরঞ্জামাদি বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা হতে নিরাপদভাবে কাজ করতে সাহায্য করে সেগুলোকে দুর্ঘটনা প্রতিরোধক সরঞ্জাম বলে। নিচে কতকগুলো দুর্ঘটনা প্রতিরোধক সরঞ্জামের নাম ও কাজ বর্ণনা করা হলো।

১। হ্যান্ড গ্লোবস: লাইভ লাইনে কাজ করার সময় একজন ইলেকট্রিশিয়ানকে বিদ্যুৎ এর আঘাত হতে রক্ষা পেতে ইহা ব্যবহার করতে হয়।



চিত্র ১.১: হ্যান্ড গ্লোবস।



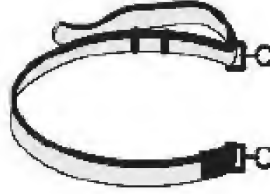
চিত্র ১.২: সেফটি গগলস।

২। সেফটি গগলস: কাজের সময় সেফটি গগলস এর ব্যবহার কর্মীর চোখকে নিরাপদ রাখে এবং কাজে গতি আসে। উপরে সেফটি গগলস এর চিত্র দেখানো হয়েছে।

৩। এপ্রোন: ইহা কর্মীর জামা কাপড়কে ধূলা ময়লা ইত্যাদি হতে রক্ষা করে, তাছাড়া পরিধেয় পোশাক টিলে হওয়ার কারণে বিপদ ঘটতে পারে তা থেকে তাকে নিরাপদ রাখে। ১.৩ নং চিত্রে এপ্রোন পরিহিত একজনকে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১.৩: এপ্রোন পরিধান অবস্থায়।



চিত্র ১.৪: সেকটি বেষ্ট।



চিত্র ১.৫: সেকটি হেলমেট।

৪। সেকটি বেষ্ট: গুভারহেড লাইনে মুক্তভাবে দুইহাতে কাজ করার জন্য সেকটি বেষ্ট ইলেকট্রিশিয়ান এর ক্ষেত্রে খুবই প্রয়োজন। উপরে সেকটি বেষ্ট এর চিত্র দেখানো হয়েছে।

৫। সেকটি হেলমেট: বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করার সময় যে কোন দুর্ঘটনার মাঝে আঘাত মুক্ত রাখতে এর গুরুত্ব অত্যন্ত বেশি। ১.৫ নং চিত্রে সেকটি হেলমেট দেখানো হয়েছে।

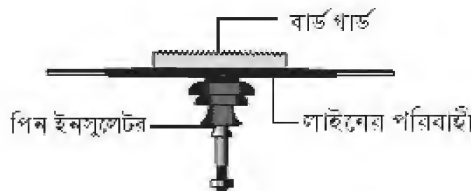
৬। রবার জুতা: ইহার ব্যবহার নিরাপদ লাইনের লিকেজ কারেন্টের জন্য সম্ভাব্য বৈদ্যুতিক শক থেকে কর্মীকে নিরাপদ রাখে।



চিত্র ১.৬: সতর্কীকরণ নোটিশ।

৭। সতর্কীকরণ নোটিশ: আত্মরক্ষা লাইনের কাজ করতে এরূপ সতর্কীকরণ নোটিশ ব্যবহার করে কর্মীর এবং জনসাধারণের নিরাপত্তা বিধান করা হয়। এরূপ ব্যবস্থা এ ধরনের কাজের জন্য খুব প্রয়োজন। ইহা চিত্র ১.৬-তে দেখানো হয়েছে।

৮। বার্ড গার্ড: গুভারহেড লাইনে যেখানে খোলা তার ব্যবহার করা হয়, সেখানে পিন ইনসুলেটরের উপরে যেন পাখি বসে লাইন ও গ্রাউন্ড-আর্থের মধ্যে সংযোগ ঘটিয়ে আর্থ ক্রটি বা অন্য কারণ দুর্ঘটনা ঘটাতে না পারে, সে জন্য ১.৭ নং চিত্রের ন্যায় বার্ড গার্ড ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ১.৭: বার্ড গার্ড।

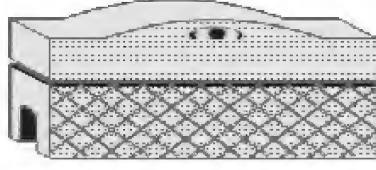
৯। লাইটনিং এ্যারেস্টার: বৈদ্যুতিক লাইনে ব্যবহৃত সরঞ্জামাদীকে বজ্রপাত জনিত দুর্ঘটনার কবল হতে রক্ষা করার জন্য লাইটনিং এ্যারেস্টার ব্যবহার করা হয়।

১০। আর্থিং: ব্যবহারকারীর নিরাপত্তা বিধানের জন্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদির সঠিক আর্থিং অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। ভালো আর্থিং না হলে বৈদ্যুতিক বজ্রপাত ও সরঞ্জামাদির ব্যবহার ও মেরামত কাজে ঝুঁকি অনেক বেশি থাকে।

১১। **রক্ষণ বক্স:** বৈদ্যুতিক লাইনে রক্ষণ যন্ত্রের ব্যবহার দুর্ঘটনা রোধ করতে কাজ করে। ব্যবহৃত সরঞ্জামাদি এবং লাইনকে শর্ট সার্কিট এবং ওভার লোড জনিত দুর্ঘটনা হতে নিরাপদ রাখে এবং বড় ধরনের দুর্ঘটনা প্রতিরোধ করে। এ কাজে সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজ ব্যবহার করা হয়। নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১.৮: সার্কিট ব্রেকার।



চিত্র ১.৯ : ফিউজ।

১২। **হট স্টিক:** ইহার সাহায্যে নিরাপদে এইচ টি/উচ্চ ভোল্টেজ লাইনের ফিউজ সংযোগ প্রদান ও বিচ্ছিন্ন করা যায়। তাছাড়া হট লাইন ক্ল্যাম্প এর সাহায্যে নিরাপদে লাইনের জাম্পার খোলার জন্য শক্ত প্লাস্টিকের তৈরি হট স্টিক ব্যবহার করা হয়। পল্লি বিদ্যুৎ সিস্টেমে ইহা অধিকহারে ব্যবহৃত হয়ে থাকে, যা চিত্র ১.১০-তে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১.১০: হট স্টিক।

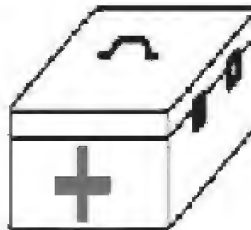
১৩। **সুইচ:** যন্ত্রপাতি ও ব্যবহারকারীর নিরাপত্তার জন্য সুইচ লাগানো হয়। সুইচের সুইচ ব্যবহার বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা প্রদান করে।

১৪। **নিয়ন টেস্টার:** এর সাহায্যে কোন বৈদ্যুতিক লাইনে বিদ্যুৎ সরবরাহ থাকলে তা নিশ্চিত হয়ে প্রয়োজনীয় নিরাপত্তা বজায় রেখে কাজ করা যায়। লাইনে বিদ্যুৎ এর উপস্থিতি দ্রুত এবং নিরাপদে জ্ঞানতে অতি প্রয়োজনীয় সরঞ্জাম বা নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১.১১: নিয়ন টেস্টার।

নিবারণকারী সরঞ্জাম: যে সকল সরঞ্জামের সহায়তায় কোন দুর্ঘটনা দ্রুততার সাথে নিয়ন্ত্রণ বা নিবারণ করা যায় সেগুলোকে নিবারণকারী সরঞ্জাম বলে। নিচে কতকগুলো নিবারণকারী সরঞ্জাম এর নাম দেওয়া হলো।



চিত্র ১.১২: প্রাথমিক চিকিৎসার বক্স।

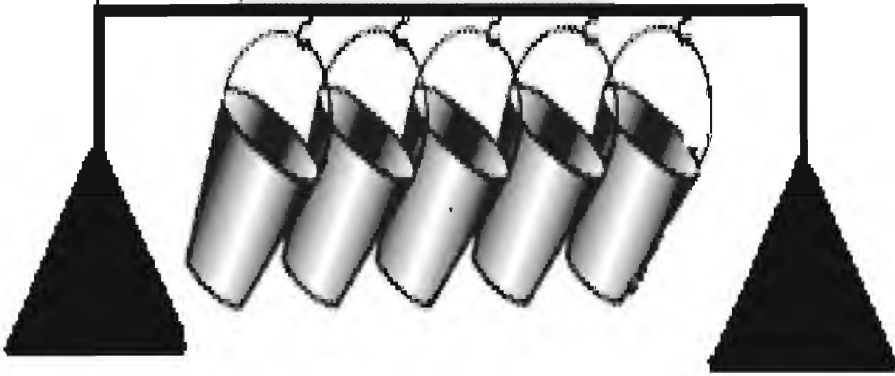


চিত্র ১.১৩: ফায়ার এক্সটিংগুইশার

১। **প্রাথমিক চিকিৎসা সরঞ্জাম:** প্রাথমিক চিকিৎসা সরঞ্জাম ব্যবহার করে কোন আহত ব্যক্তির জীবন নাশের আশংকা মুক্ত করা হয়।

২। ফায়ার এক্সটিংগুইশার: বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় অগ্নিকাণ্ড দেখা দিলে ফায়ার এক্সটিংগুইশার বা আগুন নিভানোর সরঞ্জাম ব্যবহার করে আগুন নিভানো যায়।

৩। বালতি ভর্তি বালি: দ্রুত আগুন নিভানোর জন্য সহজলভ্য উপাদান হলো বালি। চিত্রের ন্যায় বালতি ভর্তি বালি, আগুন লাগাজনিত দুর্ঘটনা নিবারণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।



চিত্র ১.১৪: আগুন নিভাতে বালতি ভর্তি বালি।

১.৬ বিশেষ ক্ষেত্রে (ওভার হেড লাইনে) নিরাপদ কর্মপদ্ধতি: ওভার হেড লাইনে, বৈদ্যুতিক হাই ভোল্টেজ সিস্টেমে, যেখানে আগুন জ্বলছে সে স্থানে বৈদ্যুতিক কাজ নিরাপদভাবে করতে আরও যে ব্যবস্থাগুলো প্রয়োজন সেগুলো হলো-

১. মেইন সুইচ অফ করার পরেও লাইন ডিসচার্জ করে নিয়ে কাজ করতে হয়।
২. ওভার হেড লাইনে কাজ করতে হেলমেট, সেফটি বেল্টসহ সর্বদা সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে।
৩. ওভার হেড লাইনে কাজ করার সময় ঠিক নিচে কেহ যেন অসাবধান না থাকে।
৪. হাই ভোল্টেজ লাইনে কাজ করতে লাইনকে সঠিকভাবে ডিসচার্জ করে নিতে হবে।
৫. নিয়ন টেস্টার বা টেস্ট ল্যাম্প দ্বারা লাইন পরীক্ষা করে লাইনে কাজ শুরু করতে হয়।
৬. লাইনের আর্থ ভালোভাবে কাজ করে কীনা তা পরীক্ষা করে দেখা প্রয়োজন।
৭. লাইনের ইনসুলেশন মাঝে মাঝে পরীক্ষা করা উচিত।
৮. বর্তনীর সুইচ ফেজ লাইনে লাগানো আছে কীনা, কাজ করার পূর্বে তা পরীক্ষা করে দেখা প্রয়োজন।
৯. নতুন কোন ওয়্যারিং করার পর লাইনে সরবরাহ দেওয়ার পূর্বে ওয়্যারিংয়ের ইনসুলেশন ও আর্থিং অনুমোদনযোগ্য মানের আছে কীনা, তা ঠিকভাবে দেখে লাইনে সরবরাহ দেওয়া উচিত।
১০. কোন বৈদ্যুতিক লাইন মেরামত করতে গেলে লাইনে হাত দেওয়ার পূর্বে উক্ত লাইনের মেইন সুইচ বন্ধ করে কাজ করা প্রয়োজন।
১১. কোন বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করতে গেলে পায়ে রবারের জুতা পরিধান করে কাজ করা একান্ত প্রয়োজন।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। নিরাপদ কর্ম পদ্ধতি কাকে বলে?
- ২। নিয়ন টেস্টার কীভাবে কর্মে নিরাপত্তা দেয়?
- ৩। যে পদ্ধতিতে বিপদমুক্ত অবস্থায় বৈদ্যুতিক কার্য সুষ্ঠুভাবে সমাধা করা যায় তাকে কী বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। দুর্ঘটনা নিবারণমূলক ব্যবস্থার প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ২। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা সংঘটনের ৫ টি কারণ উল্লেখ কর।
- ৩। দুর্ঘটনা নিবারণকারী ৫ টি সরঞ্জামাদির নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। নিরাপদ কর্মপদ্ধতি বলতে কী বোঝায়? বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা সংঘটনের কারণ কী কী? নিবারণমূলক ব্যবস্থার প্রয়োজনীয়তা কী বর্ণনা কর।

দ্বিতীয় অধ্যায়

বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় প্রাথমিক চিকিৎসা

Primary Treatment for Electric Hazard

২.১ প্রাথমিক চিকিৎসা: বৈদ্যুতিক কাজ করতে গেলে যে কোন সময় দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। দুর্ঘটনা কবলিত ব্যক্তিকে ডাক্তারের নিকট পৌঁছানোর পূর্ব পর্যন্ত তাৎক্ষণিকভাবে যে চিকিৎসা দেওয়া হয়, তাকে প্রাথমিক চিকিৎসা বলে। অনেক সময় আহত ব্যক্তির সুস্থ হওয়ার জন্য প্রাথমিক চিকিৎসাই যথেষ্ট। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় আহত ব্যক্তির প্রাথমিক চিকিৎসা খুব গুরুত্বপূর্ণ। মারাত্মক দুর্ঘটনায় আহত ব্যক্তির প্রাথমিক চিকিৎসা না হলে বা সঠিক না হলে পরবর্তী ধাপের চিকিৎসার সময় থাকবে না; অর্থাৎ আহত ব্যক্তির জীবনের আশঙ্কা দেখা দিতে পারে। প্রায় অধিকাংশ ক্ষেত্রেই দুর্ঘটনা কবলিত ব্যক্তিকে সঙ্গে সঙ্গে হাসপাতালে নেওয়া বা ডাক্তার ডাকা সম্ভব হয় না। এই অবস্থায় দুর্ঘটনা কবলিত ব্যক্তিকে প্রাথমিকভাবে যে চিকিৎসা দেওয়া হয়, তাকে প্রাথমিক চিকিৎসা বলা হয়। প্রাথমিক চিকিৎসা ডাক্তারের কাজকে ত্বরান্বিত ও সহজ করে।

প্রাথমিক চিকিৎসার প্রয়োজনীয়তা: যে সমস্ত কারণে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় প্রাথমিক চিকিৎসার প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম সেগুলো হলো-

- ১। বৈদ্যুতিক শক বা অন্য কোন কারণে কোন ব্যক্তির শ্বাস-প্রশ্বাস বন্ধ হয়ে যেতে পারে। সেক্ষেত্রে সাথে সাথে কৃত্রিম উপায়ে তার শ্বাস-প্রশ্বাস চালু করার জন্য প্রাথমিক চিকিৎসার প্রয়োজন। প্রাথমিক অবস্থায় ডাক্তারের ভূমিকা গুরুত্বপূর্ণ নয়। কোন প্রাথমিক চিকিৎসা না করে বিশেষজ্ঞ ডাক্তারের জন্য অপেক্ষা করলে আহত ব্যক্তির মৃত্যু হতে পারে।
- ২। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় উপর থেকে পড়ে বা অন্য কোন কারণে কোন ব্যক্তির হাত পা ভাঙলে বা আঘাত পেলে কিংবা গিট সরে গেলে সাথে সাথে তার হাড়গুলো বা গিট যথাস্থানে স্থাপন করতে হবে এবং হাসপাতালে নিতে হবে।
- ৩। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় কোন ব্যক্তির হাত পা কেটে গেলে আগে রক্ত বন্ধ করতে ব্যান্ডেজ করতে হবে এবং ডাক্তার ডাকতে হবে।
- ৪। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় কেউ অজ্ঞান হয়ে গেলে তার জ্ঞান ফিরিয়ে আনতে প্রাথমিক চিকিৎসাই যথেষ্ট।
- ৫। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় কেউ পানিতে পড়লে তার পেট হতে পানি বের করে আনা ও জ্ঞান ফিরিয়ে আনার জন্য প্রাথমিক চিকিৎসার বিকল্প নেই।

উপরে উল্লিখিত সকল ক্ষেত্রেই আহত ব্যক্তিকে সাহস দেওয়া, তার শরীর গরম রাখা ইত্যাদি প্রাথমিক চিকিৎসার অন্তর্ভুক্ত।

অতএব, আহত ব্যক্তিকে সুস্থ করে তোলার জন্য প্রাথমিক চিকিৎসার গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

২.২ প্রাথমিক চিকিৎসায় ব্যবহৃত সরঞ্জামাদির তালিকা: প্রাথমিক চিকিৎসার জন্য খুব সাধারণ ধরনের কিছু সরঞ্জামাদির প্রয়োজন হয়। সেগুলো হলো-

১। মেডিকেটেড কটন	২। ব্যান্ডেজ	৩। স্যাভলন/ ডেটল
৪। বার্ণল বা মলম	৫। কাঁচি, সুতা, তুলা	৬। টিংচার আয়োডিন
৭। টিংচার বেনজিন	৮। লিউকোপ্লাস্টার	৯। মেডিকেটেড গজ
১০। ব্লেন্ড	১১। ধারালো চাকু	১২। ফরসেপ
১৩। হোল্ডারসহ নিডল	১৪। ব্যথা নিরাময়ের কিছু ঔষধ ইত্যাদি।	

২.৩ বৈদ্যুতিক শক প্রাপ্ত ব্যক্তির প্রাথমিক চিকিৎসা পদ্ধতি: বৈদ্যুতিক শকপ্রাপ্ত ব্যক্তিকে নিরাপদে শক মুক্ত করে চিকিৎসা করতে হবে। এ সময় আহত ব্যক্তির হৃৎপিণ্ড দুর্বল হয়ে পড়ে। কখনও কখনও শ্বাস-প্রশ্বাস বন্ধ হয়ে যায়। এ ধরনের রোগীকে সাধারণত তিন রকম পদ্ধতিতে প্রাথমিক চিকিৎসা দেওয়া হয়, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

১। আহত ব্যক্তিকে সোজাভাবে চিং করে শুইয়ে দিতে হবে। যথাশীঘ্র তৃতীয় কোন ব্যক্তির মাধ্যমে ডাক্তারকে সংবাদ দেওয়া কিংবা আহত ব্যক্তিকে হাসাপাতালে নেয়ার ব্যবস্থা করতে হবে।

২। এখন লক্ষ করতে হবে আহত ব্যক্তির শ্বাস-প্রশ্বাস ঠিক আছে কিনা এবং কোথাও কোন কাটা, পোড়া কিংবা ক্ষত আছে কিনা।

৩। যদি আহত ব্যক্তির শ্বাস-প্রশ্বাস বন্ধ হয়ে গিয়ে থাকে, তবে কৃত্রিমভাবে তার শ্বাস-প্রশ্বাস চালু করতে হবে।

৪। আহত ব্যক্তির শরীরের বন্ধন খুলে দিতে হবে, যেমন বেল্ট, টাইট জামা, প্যান্টের বোতাম ইত্যাদি।

৫। আহত ব্যক্তিকে যথাসম্ভব মুক্ত বাতাসে শুইয়ে দিতে হবে।

৬। এ পদ্ধতিতে বিদ্যুতঘাত প্রাপ্ত ব্যক্তিকে নিচের চিত্রের ন্যায় উপুড় করে শুইয়ে তার মাথা একদিকে কাত করে দিতে হবে। মাথায় কোন বালিশ দেওয়া যাবে না। অতঃপর আহত ব্যক্তির পাশে হাটু গেড়ে বসে তার দুই দিকের পাজরের নিচের অংশ দুইহাতের তালু দ্বারা চেপে ধরে নিজের ভার ক্রমশ তার দেহের উপর প্রয়োগ করতে হবে। অর্থাৎ ঝুকে পড়ে ক্রমশ চাপ দিতে হবে। তারপর আবার চাপ ছেড়ে দিয়ে সোজা হয়ে বসতে হবে। এভাবে মিনিটে ১২ হতে ১৫ বার চাপ প্রয়োগ ও চাপ অপসারণ করতে হবে। যতক্ষণ না তার শ্বাস-প্রশ্বাস স্বাভাবিক হয়। এছাড়া আক্রান্ত ব্যক্তির হাত পা ম্যাসেজ করতে হবে, যাতে শরীর গরম থাকে এবং রক্ত চলাচল স্বাভাবিক হয়। যা চিত্র ২.১-তে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ২.১: বিদ্যুতঘাত প্রাপ্ত ব্যক্তিকে মুখমণ্ডল একদিকে ঘুরিয়ে উপুড় করে শোয়ানো অবস্থা।

অতঃপর আহত ব্যক্তির বাহু নিচের দিক থেকে আস্তে আস্তে উপরের দিকে উঠাতে হবে, আবার নিচের দিকে ছাড়তে হবে এভাবে সেকেন্ডে সর্বোচ্চ ছয় বার করতে হবে। উল্লিখিত পদ্ধতি কয়েকবার করে স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাসের ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে। স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্য প্রক্রিয়াটি পর্যায়ক্রমে প্রতি মিনিটে ৮ থেকে ১০ বার চালাতে হবে। যা ২.২ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

তাছাড়া অন্যভাবেও শ্বাস-প্রশ্বাসের কাজ স্বাভাবিক করা যেতে পারে। এক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক শকপ্রাপ্ত আহত ব্যক্তিকে চিৎ করে শুইয়ে স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাসের ব্যবস্থা করতে হবে। একইভাবে আহত ব্যক্তির বাহু দুইটিকে আগের অবস্থানে ফিরিয়ে এনে পুনঃরায় বুকের উপর চাপ দিয়ে ধরতে হবে। এতে ফুসফুস হতে বাতাস বের হয়ে আসবে। যতক্ষণ পর্যন্ত স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাস চালু না হবে ততক্ষণ পর্যন্ত প্রতি মিনিটে ১০ থেকে ১২ বার এ প্রক্রিয়া চালাতে হবে।



চিত্র ২.২: বৈদ্যুতিক আঘাত প্রাপ্ত ব্যক্তির স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাসের ব্যবস্থা।

উপরোল্লিখিত দুইটি পদ্ধতি ছাড়াও মুখে কৃত্রিম শ্বাস নেওয়ানো যেতে পারে। এ পদ্ধতিতে প্রথমে আহত ব্যক্তির মুখ এবং গলা ভালোভাবে পরিষ্কার করে নিতে হবে। অতঃপর সেবা প্রদানকারীর মুখ ভালভাবে পরিষ্কার করে নিতে হবে। সেবা প্রদানকারীর বাম হাতের বৃদ্ধ আঙ্গুল আহত ব্যক্তির দাঁতের ভিতরে ঢুকিয়ে রাখতে হবে। আহত ব্যক্তির মাথা পিছন দিকে বাঁকা অবস্থায় রেখে চোয়ালকে উঁচু অবস্থানে নিয়ে আহত ব্যক্তির নাক দুইটিকে ডান হাত দিয়ে চেপে ধরতে হবে। যা চিত্র ২.৩-তে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ২.৩: বিদ্যুতঘাত প্রাপ্ত ব্যক্তিকে মুখমণ্ডল একদিকে ঘুরিয়ে উপুড় করে শোয়ানো অবস্থা।

এবার সেবা প্রদানকারীর দীর্ঘশ্বাস নিতে হবে ও আহত ব্যক্তির মুখ বরাবর নিজের মুখ স্থাপন করে জোরে বাতাস পাম্প করতে হবে। এতে আহত ব্যক্তির বুক প্রসারিত হবে। অতঃপর কয়েক সেকেন্ড পর সেবা প্রদানকারী আবার আহত ব্যক্তির মুখ বরাবর নিজের মুখ স্থাপন করে মুখ তুলে বাতাস বাহির করে আনতে হবে। এভাবে কয়েক সেকেন্ড পরপর পদ্ধতিটি বার বার করলে ভালো ফল পাওয়া যাবে। এই প্রক্রিয়ায় প্রাথমিক চিকিৎসা চালাতে গেলে সেবা প্রদানকারীর ও রোগী উভয়েরই কোন প্রকার দুরারোগ্য সংক্রামক ব্যাধি থাকা যাবে না।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। কলকারখানার ভিতরে অথবা কলকারখানার বাইরেও দুর্ঘটনা ঘটতে পারে; এরূপ দুর্ঘটনা কবলিত ব্যক্তিকে প্রাথমিক যে সেবা দেওয়া হয় তাকে কী বলে?
- ২। কৃত্রিম শ্বাস-প্রশ্বাস ক্রিয়া কী ধরনের চিকিৎসা?
- ৩। প্রাথমিক চিকিৎসায় ডাক্তারের কাজকে কী করে?
- ৪। মুখে কৃত্রিম শ্বাস নেওয়ানোর ক্ষেত্রে রোগী ও চিকিৎসাকারীর মুখ এবং গলা কী করে নিতে হবে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। প্রাথমিক চিকিৎসা বলতে কী বোঝায়?
- ২। প্রাথমিক চিকিৎসার জন্য কী কী সরঞ্জামাদি লাগে?
- ৩। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় আহত ব্যক্তির প্রাথমিক চিকিৎসার গুরুত্ব লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। প্রাথমিক চিকিৎসা বলতে কী বোঝায়? প্রাথমিক চিকিৎসার প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ২। বৈদ্যুতিক শক প্রাপ্ত ব্যক্তির প্রাথমিক চিকিৎসা পদ্ধতি বর্ণনা কর।

তৃতীয় অধ্যায়

ইলেকট্রিশিয়ানের হ্যান্ড টুলস

Electrician General Hand Tools

ইঞ্জিনিয়ারিং টুলস এর মধ্যে ইলেকট্রিক্যাল টুলস সবচেয়ে সাধারণ এবং সহজ গঠন। অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ কাজ বৈদ্যুতিক লাইটিং ও ওয়্যারিং এর জন্য একটি জু-ড্রাইভার, নিয়ন টেস্টার ও একটি প্লায়ার্স বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়। আর কিছু যন্ত্রপাতি দরকার হয় যা অন্যান্য ট্রেডের মতই এবং খুব সাধারণ। যন্ত্রপাতিগুলো দামে সস্তা এবং হার্ডওয়্যার দোকানে প্রায় সবই পাওয়া যায়। যন্ত্র ক্রয়ের সময় কাজের সুবিধার জন্য ভালো মানের যন্ত্র ক্রয় করা দরকার। আলোচ্য অধ্যায়ে বিভিন্ন ধরনের হ্যান্ডটুলস এর নাম, প্রয়োজনীয়তা, ব্যবহার ও রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

৩.১ ইলেকট্রিশিয়ান হ্যান্ড টুলস এর সংজ্ঞা: হ্যান্ড টুলস এর অর্থ হাত দিয়ে কাজ করার সময়ে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি। যে সমস্ত টুলস ব্যবহার করে দৈনিক শক্তি প্রয়োগের মাধ্যমে কারিগরি কর্ম ক্ষেত্রের কাজ সহজভাবে সমাধা করা হয়, তাদের হ্যান্ড টুলস বলে। আর ইলেকট্রিক্যাল কর্মকাণ্ডে একজন ইলেকট্রিশিয়ান যে সমস্ত টুলস ব্যবহার করে কাজ সমাধা করে সেগুলোকে ইলেকট্রিশিয়ান হ্যান্ড টুলস বলে। কম্বিনেশন প্লায়ার্স একটি গুরুত্বপূর্ণ ইলেকট্রিশিয়ান হ্যান্ড টুলস। নিয়ন টেস্টার, জু-ড্রাইভার, হ্যাকস ইত্যাদি বহুল ব্যবহৃত হ্যান্ড টুলস।

৩.২ সাধারণ হ্যান্ড টুলসের প্রয়োজনীয়তা: হ্যান্ড টুলস ছাড়া শুধু হাত দিয়ে কোন কাজ সুন্দর, সঠিকভাবে করা যায় না বা সহজে ও দ্রুত করা যায় না। কাজের গুণগত মান বজায় রেখে সুষ্ঠুভাবে কাজ করতে হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অনেক। কারিগরি কর্মকাণ্ডে সুষ্ঠুভাবে সমাধা করতে সাধারণ হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব অপরিসীম। বৈদ্যুতিক কাজে একজন দক্ষ টেকনিশিয়ান ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং স্থাপন বা রক্ষণাবেক্ষণের কাজ সহজ ও সঠিকভাবে করতে হ্যান্ড টুলস এর প্রয়োজনীয়তা খুব বেশি। হ্যান্ড টুলস ব্যবহারে কারিগরি যে কোন কাজ সহজে ও যথাযথভাবে করা সম্ভব হয়। হ্যান্ড টুলস ব্যবহারকারী ইলেকট্রিশিয়ান এর গুরুত্ব বুঝতে সক্ষম। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে হ্যান্ড টুলস এর যান্ত্রিক সুবিধা থেকে এর গুরুত্ব বুঝা যায়।

৩.৩ সাধারণ হ্যান্ড টুলসের তালিকা: একজন কারিগরকে সাধারণত যে সকল হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করতে হয়, সেগুলোর নাম, ব্যবহার এবং রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে শিক্ষার্থীদের জ্ঞান থাকা আবশ্যিক। একজন ইলেকট্রিশিয়ানকে যে সকল হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করতে হয় তার তালিকা নিম্নে প্রদান করা হলো—

ক্র:	টুলস এর নাম	ক্র:	টুলস এর নাম	ক্র:	টুলস এর নাম
১	মেজারিং টুলস	২	মাইক্রোমিটার এবং ওয়্যার গেজ	৩	ইনসাইড-আউটসাইড ক্যালিপার্স
৪	ক্রাইবার	৫	স্প্রিং ডিভাইডার	৬	ট্রাই-স্কয়ার
৭	সেন্টার পান্থ	৮	ফিলার গেজ	৯	স্পিরিট লেভেল
১০	প্লাম-বব	১১	এন্ড কাটিং প্লায়ার্স	১২	ডাই এন্ড স্টোক
১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স	১৪	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১৫	ক্রিমপিং প্লায়ার্স
১৬	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স	১৭	ফ্ল্যাট নোজ প্লায়ার্স	১৮	রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স

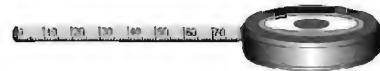
১৯	লং নোজ প্রায়ার্স	২০	স্লিপ জয়েন্ট প্রায়ার্স	২১	এডজাস্টেবল জয়েন্ট প্রায়ার্স
২২	ফ্লাট জু ড্রাইভার	২৩	ট্যাপ হোল্ডার এবং টেপ	২৪	পাইপ বেভার
২৫	ফিলিপস জু ড্রাইভার	২৬	ফ্রেজিবল ব্রেড জু ড্রাইভার	২৭	কানেক্টিং জু ড্রাইভার
২৮	অফসেট জু ড্রাইভার	২৯	ক্রসপিন হ্যামার	৩০	বলপিন হ্যামার
৩১	প্লাস্টিক বা সফট হ্যামার	৩২	কাঠের হ্যামার বা মেলেট	৩৩	কপার হ্যামার
৩৪	ক্রো হ্যামার	৩৫	কোল্ড চিজেল	৩৬	ফরমার (উডেন) চিজেল
৩৭	টেনন 'স'	৩৮	কি ওয়ে 'স'	৩৯	হ্যান্ড 'স' / ব্যাক 'স'
৪০	হ্যান্ড টং বা চিমটা	৪১	কার্পেন্টি ব্রেস বা রেচেস ব্রেস	৪২	হ্যান্ড ড্রিল
৪৩	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	৪৪	হ্যামার ড্রিল	৪৫	ব্রো ল্যাম্প
৪৬	রাওয়ারাল প্লাগ টুলস	৪৭	ফাইল	৪৮	এডজাস্টেবল বা স্লাইড রেঞ্জ
৪৯	রিং রেঞ্জ বা স্প্যানার	৫০	ওপেন এইন্ড স্প্যানার বা ডাল রেঞ্জ	৫১	সকেট বা বক্স রেঞ্জ
৫২	পাইপ রেঞ্জ	৫৩	মাক্সি রেঞ্জ	৫৪	এ্যালেন কি
৫৫	ইলেকট্রিক সোল্ডারিং আয়রন	৫৬	হ্যাক 'স'	৫৭	জুনিয়র হ্যাক 'স'
৫৮	কাউন্টার সিল্ক	৫৯	ক্যাবল কাটার	৬০	বোল্ট কাটার
৬১	রিমার্স	৬২	হাইড্রোলিক কম্প্রেসার	৬৩	হ্যান্ড কম্প্রেসার
৬৪	নিয়ন টেস্টার	৬৫	বেঞ্চ ভাইস	৬৬	সেলফ লকিং হিঞ্জড পাইপ ভাইস
৬৭	সি-ক্ল্যাম্প	৬৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	৬৯	পাইপ কাটার
৭০	টিন কাটার বা স্লিপ	৭১	মিজ গান	৭২	জিমলেট
৭৩	পুলি পুлар				

৩.৪ সাধারণ হ্যান্ড টুলস এর ব্যবহার: বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত সাধারণ হ্যান্ড টুলসসমূহের ব্যবহার নিচে বর্ণনা করা হলো—

১। মেজারিং টেপ (স্টিল বা কটন), ফোল্ডিং রুল (স্টিল বা উডেন) এবং স্টিল রুল: কারিগরি কাজে কোন বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা সঠিক ভাবে পরিমাপের জন্য উল্লিখিত পরিমাপ যন্ত্রসমূহ ব্যবহার করা হয়।



স্টিল রুল (Still Rule)



মেজারিং টেপ (Measuring tape)

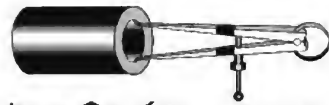
ফোল্ডিং রুল (Folding Rule)



মাইক্রোমিটার বা জু গেজ (Micrometer or Screw gauge)

২। মাইক্রোমিটার জু গেজ: সাধারণত তারের সাইজ, প্লেট ও সিটের পুরুত্ব পরিমাপের জন্য মাইক্রোমিটার ব্যবহার করা হয়। মাইক্রোমিটার ব্যবহারের ক্ষেত্রে যত্নবান হতে হয়।

৩। ইনসাইড ক্যালিপার্স এবং আউট সাইড ক্যালিপার্স: গোলাকার ছিদ্রযুক্ত কোন বস্তুর ছিদ্রটির ব্যাস ও আভ্যন্তরীণ কোন স্লটের প্রস্থ পরিমাপের জন্য ইনসাইড ক্যালিপার্স এবং গোলকার বা বেলুনাকার কোন বস্তু বা দণ্ডের বাহিরের ব্যাস পরিমাপের জন্য আউট সাইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করা হয়।



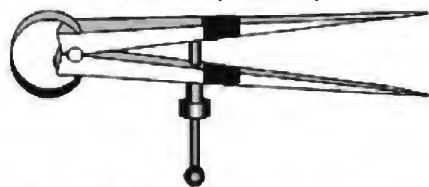
ইনসাইড ক্যালিপার্স (In-side Calipers)



আউট সাইড ক্যালিপার্স (Out side Calipers)

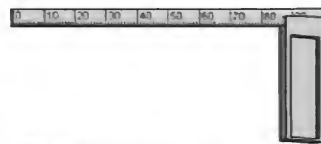
৪। ক্রাইবার: ক্রাইবার এর সাহায্যে কোন ধাতব কিংবা অধাতব বস্তু বা জবের তলে দাগ দিয়ে মার্কিং করা হয়।

ক্রাইবার (Scriber)



স্প্রিং ডিভাইডার (Spring Divider)

৬। ট্রাই-স্কয়ার: মূল রেখা বা লাইনের সাথে 90° কোণে ঘুরিয়ে কোন কাজ করা বা মাপ নেওয়া কিংবা 90° কোণ পরীক্ষা করার জন্য ট্রাই-স্কয়ার ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া 90° কোণে কোন জব সেটিং করার কাজে ব্যবহার করা হয়।



ট্রাই-স্কয়ার (Try-Square)

৭। সেন্টার পাঞ্চ: কোন ধাতব পদার্থের উপর ছিদ্র করার পূর্বে উহার নির্দিষ্ট স্থানে বিট বসানোর জন্য দাগ দেওয়ার কাজে সেন্টার পাঞ্চ ব্যবহার করা হয়।



সেন্টার পাঞ্চ (Centre Paunch)

৮। ফিলার গেজ: কোন সূক্ষ্ম ফাঁক বা ক্রিয়ারেল পরিমাপ করার জন্য ফিলার গেজ ব্যবহার করা হয়।



ফিলার গেজ (Filler gage)

৯। স্পিরিট লেভেল: আনুভূমিক বা উল্লম্ব ভাবে কোন তলের লেভেল সঠিকভাবে পরীক্ষা নিরীক্ষা করে মেশিনপত্র ও বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং স্থাপন করার ক্ষেত্রে স্পিরিট লেভেল ব্যবহার করা হয়।



স্পিরিট লেভেল (Sprit Level)

১০। প্লাম্ব-বব: প্রাচ-বব এর সাহায্যে সাধারণত কোন লাইনের বা উল্লম্ব রেখার সঠিকতা কিংবা কোন মেশিনপত্র স্থাপনের সময় এর বেস এবং শ্যাফট এর উল্লম্বতা পরীক্ষা করা হয়। তাছাড়া কোন দেয়ালের উল্লম্বতা কিংবা মেশিনের লাইন শ্যাফট পরীক্ষা করা হয়। এটি সাধারণত পিতলের তৈরি হয়ে থাকে। খাড়া লাইনে সোজাভাবে বৈদ্যুতিক ফিটিংস ও ফিল্ডিং বসাতে ইহা ব্যবহার হয়ে থাকে।



প্লাম্ব-বব (Plumb-bob)

১১। এন্ড কাটিং প্লায়ার্স: এটি সাধারণত কোন তার এর প্রান্ত কর্তনের ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।



এন্ড কাটিং প্লায়ার্স (End Cutting Pliers)

১২। স্টোক এন্ড ডাই: কোন ধাতুর বাহিরে প্যাঁচ কাটার জন্য স্টোক এন্ড ডাই ব্যবহার করা হয়।



স্টোক এন্ড ডাই (Stock and Die)

১৩। ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স: সাধারণত তারের উপরের ইনসুলেশন অপসারণের কাজে ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স ব্যবহার করা হয়। অনেক ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্সের উপরে তারের আকার লেখা থাকে এক্ষেত্রে নির্দিষ্ট মাপের জন্য নির্দিষ্ট স্থান ব্যবহার করতে হয়।



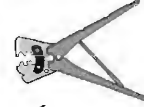
ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স (Wire Stripping Pliers)

১৪। কম্বিনেশন প্লায়ার্স: সাধারণত কারিগরি কাজের জন্য এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ হ্যান্ড টুলস। এর সাহায্যে কর্তন, মোড়ানো এবং গ্রিপিং করা যায়।



কম্বিনেশন প্লায়ার্স (Combination Pliers)

১৫। ক্রিমপিং প্লায়ার্স: এই টুলসের সাহায্যে বিভিন্ন আকারের ক্যাবল টার্মিনাল লাগসকে ক্যাবলের সাথে চাপ দিয়ে আটকানো হয়।



ক্রিমপিং প্লায়ার্স (Crimping Pliers)

১৬। ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স: এটি এক ধরনের প্লায়ার্স যা সরু তার কর্তন করার কাজে ব্যবহার করা হয়।



ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স (Diagonal Cutting Pliers)

১৭। ফ্ল্যাট নোজ প্লায়ার্স: ফ্ল্যাট নোজ প্লায়ার্স এর সাহায্যে সাধারণত তার কিংবা পাতলা ধাতব শিটকে প্রয়োজন মত বাঁকানো বা বিভিন্ন সাইজ কিংবা আকৃতি দেওয়া হয়।



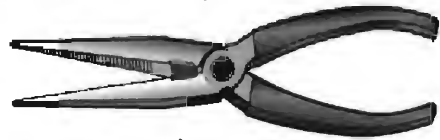
ফ্ল্যাট নোজ প্লায়ার্স (Flat Nose Pliers)

১৮। রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স: রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স সাধারণত কোন তারকে রিং করা কিংবা গোলাকার করে বাঁকানোর কাজে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।



রাউন্ড নোজ প্লায়ার্স (Round Nose Pliers)

১৯। লং নোজ প্লায়ার্স: লং নোজ প্লায়ার্সকেও কোন তারকে রিং করা কিংবা গোলাকার করে বাঁকানোর কাজে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। তবে কোন কোন সময় তার জোড়া দেওয়া কিংবা কম প্রশস্ত স্থানে প্লায়ার্সের বিকল্প হিসেবে ব্যবহার করা হয়।



লং নোজ প্লায়ার্স (Long Nose Pliers)

২০। **স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স:** স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স এর সাহায্যে কোন রড, পাইপ, ক্যাবল ইত্যাদি বাঁকানো বা ধরা হয়।



স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স (Slip Joint Pliers)

২১। **এ্যাডজাস্টেবল জয়েন্ট প্লায়ার্স:** এ্যাডজাস্টেবল জয়েন্ট প্লায়ার্স এর স্লিপ জয়েন্ট প্লায়ার্স এর অনুরূপ তবে এর সাহায্যে তুলনামূলক ভারী কাজ করা হয়।



এ্যাডজাস্টেবল জয়েন্ট প্লায়ার্স (Adjustable Joint Pliers)

২২। **ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার:** সাধারণত কারিগরি কাজের জন্য ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার একটি গুরুত্বপূর্ণ হ্যান্ড টুলস। এর সাহায্যে উডেন স্ক্রু বা মেশিন স্ক্রু খোলা বা লাগানো হয়। এর অগ্রভাগ চেস্টা বা ফ্ল্যাট বলে একে ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার বলা হয়।



ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার
(Flat Screw Driver)

২৩। **ট্যাপ হোল্ডার এবং টেপ:** কোন ধাতুর ছিদ্রের ভিতরে প্যাঁচ কাটার জন্য স্টোক এ্যাড ডাই ব্যবহার করা হয়।

ট্যাপ হোল্ডার এবং টেপ (Tap Holder and Tap)

২৪। **পাইপ বেন্ডার:** কন্ডুইট ওয়্যারিং এর কাজে কন্ডুইটকে বাঁকানোর কাজে পাইপ বেন্ডার ব্যবহার করা হয়। এটি বিভিন্ন আকারের পাইপের জন্য প্রয়োজন অনুযায়ী এ্যাডজাস্ট করে নেওয়া যায়।

পাইপ বেন্ডার (Pipe Bender)

২৫। **ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার:** কারিগরি কাজের জন্য ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভারও একটি গুরুত্বপূর্ণ হ্যান্ড টুলস। এর সাহায্যে যে সকল মেশিন স্ক্রু এর অগ্রভাগের স্টুট (+) ট্রান্স আকারের এগুলি খোলা বা লাগানো হয়। এর অগ্রভাগ (+) ট্রান্স আকারের বলে একে ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার বা কখনো কখনো হেড ট্রান্স (+) স্ক্রু ড্রাইভার বলা হয়।



ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার (Phillips Screw Driver)

২৬। **ফ্লেক্সিবল ব্রড স্ক্রু ড্রাইভার:** যে সকল স্থানে সোজাভাবে স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা যায় না, সেখানে ফ্লেক্সিবল ব্রড স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়।



ফ্লেক্সিবল ব্রড স্ক্রু ড্রাইভার (Flexible Screw Driver)

২৭। **কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার:** অপেক্ষাকৃত ছোট স্ক্রু খোলা কিংবা লাগানোর জন্য কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়।



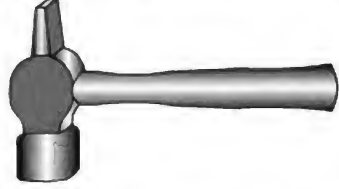
কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার (Connecting Screw Driver)

২৮। অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার: অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার এর দুইটি প্রান্ত 90° কোণে বাঁকানো। যে সকল স্থানে সোজা স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা যায় না, সেখানে এধরনের স্ক্রু ড্রাইভার ব্যবহার করা হয়।



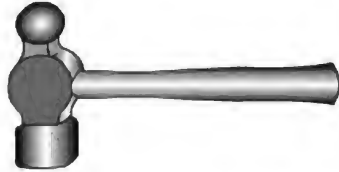
অফসেট স্ক্রু ড্রাইভার (Offset Screw Driver)

২৯। ক্রসপিন হ্যামার: এটি বিশেষ ধরনের হাতুড়ি এর এক প্রান্ত ফ্ল্যাট এবং অপর প্রান্ত টেপার করে কাটা বা ক্রস করা থাকে। বৈদ্যুতিক কনসিষ্ট গ্যারিং এর সময় দেওয়াল কাটার কাজে এটি বেশ উপযোগী। এছাড়াও খাতব পদার্থকে নির্দিষ্ট আকারে ভাঁজ দেওয়া বা বাঁকানোর কাজে ব্যবহার করা হয়।



ক্রসপিন হ্যামার (Cross Pin Hammer)

৩০। বলপিন হ্যামার: এটি একটি সাধারণ হাতুড়ি এর এক প্রান্ত গোলাকার বলের ন্যায় এবং অপর প্রান্ত ফ্ল্যাট করা থাকে। খাতব পদার্থকে নির্দিষ্ট আকারে ভাঁজ দেওয়া বা বাঁকানো কিংবা পিটিয়ে বিভিন্ন আকারের করার কাজে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া রিবেট বসানোর কাজেও এটি ব্যবহার করা হয়।



বলপিন হ্যামার (Ball Pin Hammer)

৩১। প্রাস্টিক বা সফট হ্যামার: যে সকল ক্ষেত্রে খাতব হ্যামার ব্যবহার করা যায় না, সেখানে প্রাস্টিক বা সফট হ্যামার ব্যবহার করা হয়।



প্রাস্টিক বা সফট হ্যামার (Soft Hammer)

৩২। কার্টের হ্যামার: প্রাস্টিক বা সফট হ্যামারের মত যে সকল ক্ষেত্রে খাতব হ্যামার ব্যবহার করা যায় না, সেখানে কার্টের হ্যামার বা মেলোট ব্যবহার করা হয়।



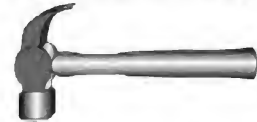
কার্টের হ্যামার বা মেলোট (Mallet)

৩৩। ওয়্যার গেজ: ওয়্যার গেজ দিয়ে তারের সাইজ এবং সিলেক্টর পুরত্ব খুব সহজে এবং দ্রুত মাপা যায়।



ওয়্যার গেজ (Wire Gauge)

৩৪। ক্লো হ্যামার: ক্লো-হ্যামারের এক প্রান্ত সমান এবং অপর প্রান্ত পাখির পায়ের আঙ্গুলের ন্যায় বাঁকানো থাকে। বাঁকানো দিকটার মাঝখানটা চেরা থাকায় ক্লো-হ্যামার কার্টে পিন (তারকাটা) বসানো এবং উত্তোলন করার কাজে ব্যবহার করা হয়।



ক্লো হ্যামার (Claw Hammer)

৩৫। কোল্ড চিজেল: কোল্ড চিজেলের সাহায্যে দেওয়ালের খাঁজ কাটা কোন খাতব পদার্থের উপরে নির্দিষ্ট মাপ অনুযায়ী চিপিং করা হয়। তাছাড়া মেটাল শিট এবং প্রেট কাটার কাজে কোল্ড চিজেল ব্যবহার করা হয়।



কোল্ড চিজেল (Cold Chisel)

৩৬। উডেন চিজেল: উডেন চিজেল সাধারণত কার্টের কাজে ব্যবহার করা হয়। বিশেষ করে কার্টে খাঁজ কাটা



উডেন চিজেল (Wooden Chisel)

কিংবা গ্রুপ তৈরির কাজে ফারমার বা কার্পেন্ট্রি চিজেল ব্যবহার করা হয়।

৩৭। টেনন 'স': টেনন 'স' কাঠ কাটার কাজে ব্যবহার করা হয়। টেনন 'স' কাঠকে লম্বালম্বি কিংবা আড়াআড়ি ভাবে কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়।

৩৮। কী ওয়ে 'স': কী ওয়ে 'স' দ্বারা কাঠে সূক্ষ্ম কাজ কার হয় কিংবা কোন সংকীর্ণ স্থানে কাঠ কাটার জন্য ব্যবহার করা হয়।

৩৯। ড্রিল বিট: ইলেকট্রিক ড্রিল বিট দিয়ে দেয়াল, লোহা ও কাঠ ইত্যাদি ড্রিল করা হয়। ইহা ড্রিল মেশিনের প্রধান অংশ। ইহা কার্বন স্টিলের তৈরি যন্ত্রাংশ।

৪০। চিমটা: কোন উত্তপ্ত ধাতব পদার্থ ধরতে বা নড়াছড়া করতে চিমটা ব্যবহার করা হয়। বিশেষ করে উত্তপ্ত টার্মিনাল লাগ ধরতে এর প্রয়োজন হয়।

৪১। কার্পেন্ট্রি ব্রেস: এই হ্যান্ড টুলসটিতে প্রয়োজন অনুযায়ী বিট লাগিয়ে কাঠের মধ্যে ছিদ্র করা হয়। তাছাড়া এর সাহায্যে উডেন জু আটকানো কিংবা খোলা যায়।

৪২। হ্যান্ড ড্রিল: হ্যান্ড ড্রিলের সাহায্যে সাধারণত কোন ধাতব সিট বা পতলা প্রেটে ছিদ্র করা হয়। তাছাড়া কাঠের উপরে ছিদ্র করা কিংবা মেশনারি বিট ব্যবহার করে দেয়ালে ছিদ্র করা যায়।

৪৩। ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল: এর কাজ সাধারণ হ্যান্ড ড্রিলের মত, তবে এটি বিদ্যুৎ চালিত।

৪৪। হামার ড্রিল: এর কাজ ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিলের মত, তবে ছিদ্র করার সময় এর বিট অগ্রপশ্চাতে আঘাত করতে থাকে তাই দেয়াল কিংবা সিমেন্ট কনক্রিটে ছিদ্র করতে এটি ব্যবহার করা হয়।



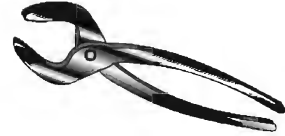
টেনন 'স' (Tenon Saw)



কী ওয়ে 'স' (Key Way Saw)



ড্রিল বিট (Drill Bit)



চিমটা (Hand Tong)



কার্পেন্ট্রি ব্রেস (Carpentry Brace)



হ্যান্ড ড্রিল (Hand drill)



ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল (Electric Hand Drill)



হামার ড্রিল (Hammer Drill)

৪৫। ব্লো ল্যাম্প: বৈদ্যুতিক ক্যান্ডল জয়েন্ট বা টার্মিনেশনের কাজে ব্লো ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়।



ব্লো ল্যাম্প (Blow Lamp)

৪৬। রাওয়াল প্লাগ টুলস: এই টুলসের সাহায্যে কনক্রিট সেয়াল ছিদ্র করে রাওয়াল প্লাগ বসানো হয়।



রাওয়াল প্লাগ টুলস (Rowel Plug Tools)

৪৭। ফাইল: (ফ্ল্যাট ফাইল, স্কয়ার ফাইল, ট্রাইএঙ্গেলার ফাইল, রাউন্ড ফাইল, হাফ-রাউন্ড ফাইল এবং নিডল ফাইল) ফাইল একটি হ্যান্ড টুলস যা শক্ত কার্বন স্টিল এর তৈরি। এর সাহায্যে খাতব পদার্থের উপরিভাগ বা তল প্রয়োজন অনুযায়ী ঘর্ষণ করে স্ময় করা কিংবা মসৃণ করা হয়। কাজের ক্ষেত্র এবং মানের ভিত্তিতে বিভিন্ন প্রকারের ফাইল ব্যবহার করা হয়। যেমনঃ রাফ কাজের জন্য রাফ কাট ফাইল, নির্মূলত কাজের জন্য স্মুথ কাট ফাইল, সূত্র কাজের জন্য নিডল ফাইল, কার্ড আকারের কাজের জন্য রাউন্ড বা হাফ-রাউন্ড ফাইল, কোণাকার কাজের জন্য ট্রাইএঙ্গেলার ফাইল ইত্যাদি।



ফ্ল্যাট ফাইল (Flat File)



স্কয়ার ফাইল (Square File)

ট্রাইএঙ্গেলার ফাইল (Triangular File)



রাউন্ড ফাইল (Round File)



হাফ-রাউন্ড ফাইল (Half Round File)



নিডল ফাইল (Needle File)

৪৮। এডজাস্টেবল রেঞ্জ: এডজাস্টেবল রেঞ্জ এর সাহায্যে বিভিন্ন সাইজের নাট বোল্ট খোলা এবং লাগানো যায়। এর নাট বা বোল্ট আটকানোর খোলা প্রান্তটি কমানো বা বাড়ানো যায় অর্থাৎ এডজাস্ট করা যায় তাই একে এডজাস্টেবল রেঞ্জ বা এডজাস্টেবল স্প্যানার বলে।



এডজাস্টেবল রেঞ্জ (Adjustable Wrench)

৪৯। রিং রেঞ্জ বা স্প্যানার: রিং রেঞ্জ বা স্প্যানারের সাহায্যে বিভিন্ন সাইজের নাট ও বোল্ট লাগানো এবং খোলা যায়। কারণ এটি বিভিন্ন আকারের পাওয়া যায়, তাছাড়া এটি একটি ইউনিভার্সেল টাইপ স্প্যানার।



রিং রেঞ্জ বা স্প্যানার (Ring Wrench)

৫০। ওপেন এইন্ড স্প্যানার বা ডাল রেঞ্জ সেট : ওপেন এইন্ড স্প্যানার বা ডাল রেঞ্জ এর সাহায্যে বিভিন্ন সাইজের নাট ও বোল্ট লাগানো এবং খোলা যায়। বাজারে বিভিন্ন আকারের ওপেন এইন্ড স্প্যানার পাওয়া যায়।



ওপেন এইন্ড স্প্যানার বা ডাল রেঞ্জ সেট (Open end Wrench set)

৫১। সকেট বা বক্স ব্রেক: সকেট বা বক্স ব্রেকের সাহায্যে বিভিন্ন সাইজের নাট ও বোল্ট লাগানো এবং খোলা যায়। এর সেটের মাঝে বিভিন্ন আকারের নাট বা বোল্ট ব্রেকের উপযোগী সকেট থাকে, তাছাড়া ব্রেডেটসহ বিভিন্ন আকারের হাকল পাওয়া যায়। কলে এর ব্যবহার অত্যন্ত সুবিধাজনক।



সকেট বা বক্স ব্রেক (Socket Wrench)

৫২। পাইপ ব্রেক: এর সাহায্যে কোন পাইপকে ধরা এবং এতে সকেট, এলবো, টি ইত্যাদি খোলা ও লাগানো হয়।



পাইপ ব্রেক (Pipe Wrench)

৫৩। মাকি ব্রেক: মাকি ব্রেকের সাহায্যে বিভিন্ন আকারের নাট-বোল্ট খোলা কিংবা লাগানো এক ধরা যায়। যেমন- বর্গাকার, পোলাকার, আয়তাকার ইত্যাদি।

মাকি ব্রেক (Monkey Wrench)

৫৪। এ্যালেন কী: এ্যালেন কী এর মাধ্যমে হেরাল্পারল দ্বিত্ব বৃত্ত ক্রু খোলা এক লাগানো যায়। এটি ক্রু হেড এর আকার অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজের অর্থাৎ ছোট মাঝারি বা বড় হতে পারে। বর্তমানে সেট হিসেবে বিভিন্ন আকারের একত্রে পাওয়া যায়।



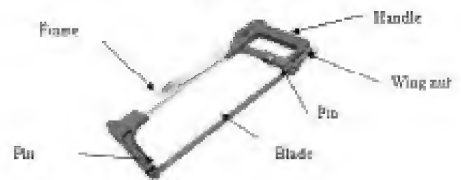
এ্যালেন কী সেট (Allen Keys)

৫৫। ইলেকট্রিক সোল্ডারিং আদরন: বৈদ্যুতিক জয়েন্টের কাজে ইলেকট্রিক সোল্ডারিং আদরন ব্যবহার করা হয়।



ইলেকট্রিক সোল্ডারিং আদরন (Electric soldering Iron)

৫৬। হ্যাক 'স': এটি একটি সাধারণ হ্যান্ড টুলস। খাতব পদার্থ কর্তন করার কাজে এটি ব্যবহার করা হয়। এর ক্রেমকে ছোট বড় করা যায় এক টুলই নাটকে ছুরিয়ে হ্যাক 'স' ব্রেড মজবুতভাবে আটকানো হয়।



হ্যাক 'স' (Hack Saw)

৫৭। জুনিয়র হ্যাক 'স': এটিও হ্যাক 'স' এর মতই খাঁড় কর্তনে ব্যবহার হয়। তবে এর সাহায্যে সাধারণত ফলক কাজ করা হয়। যেমন- ডর, পিন, টিকন পাইপ ইত্যাদি কর্তন।



জুনিয়র হ্যাক 'স' (Junior Hack Saw)

৫৮। কাউন্টার সিঙ্ক : কোন দ্বিত্ব বৃত্ত জবের হিটের তিতরের সিকের অপরিহার্য বা অতিরিক্ত অংশ পরিহার করার জন্য কিংবা ক্রু বা ব্রিডিটের হেড কপানের জন্য হিটের প্রান্তে কাউন্টার সিঙ্ক ব্যবহার করা হয়।



কাউন্টার সিঙ্ক (Counter sink)

৫৯। ক্যাবল কাটার: ক্যাবল কাটার এর সাহায্যে আন্ডার গ্রাউন্ড লাইনের ক্যাবল কাটা যায়। তাছাড়া নরম লোহার রড, বোল্ট, চেইন ইত্যাদি কাটা যায়।



ক্যাবল কাটার (Cable Cutter)

৬০। বোল্ট কাটার: বোল্ট কাটার এর সাহায্যে লোহার রড, বোল্ট, চেইন ইত্যাদি কাটা যায়।



বোল্ট কাটার (Bolt Cutter)

৬১। রিমার্স: রিমার্স একটি কাটিং টুলস, তবে এর মাধ্যমে শুধু কোনো ড্রিল বা ছিদ্রের অভ্যন্তর মসৃণ করা যায়।



রিমার্স (Reamers)

৬২। হাইড্রোলিক কম্প্রেসার: হাইড্রোলিক কম্প্রেসার এর কাজ হ্যান্ড কম্প্রেসারের অনুরূপ। তবে পার্থক্য এটুকু যে একে কম্প্রেস করার জন্য হাইড্রোলিক কম্প্রেসার থাকে।



হাইড্রোলিক কম্প্রেসার (Hydraulic Compressor)

৬৩। হ্যান্ড কম্প্রেসার টুলস: হ্যান্ড কম্প্রেসার টুলসের সাহায্যে বিভিন্ন আকারের ক্যাবল টার্মিনাল লাগসকে ক্যাবলের সাথে চাপ দিয়ে আটকানো হয়। তাছাড়া এর সাহায্যে তার জোড়া দেওয়ার সময় জয়েন্ট ব্লিভের উভয় দিকে তার প্রবেশ করিয়ে কম্প্রেস করে ব্লিভকে তারের সাথে আটকিয়ে দেওয়া হয়। এই টুলসটিকে হাতে চেপে কাজ করা হয়।



কম্প্রেসার টুলস (Compressor Tools)

৬৪। নিয়ন টেস্টার: বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় কোন লাইনের ফেজ তার শনাক্ত করার জন্য নিয়ন টেস্টার ব্যবহার করা হয়।



নিয়ন টেস্টার (Neon tester)

৬৫। বেঞ্চ ভাইস: প্রায় অধিকাংশ কারিগরি কাজে ভাইস একটি গুরুত্বপূর্ণ সহায়ক টুলস হিসেবে কাজ করে। বেঞ্চ ভাইস এর সাহায্যে কোন জবকে মজবুত ভাবে ধরে কাজ করা হয়।



বেঞ্চ ভাইস (Bench Vice)

৬৬। সি-ক্ল্যাম্প: কোন দুইটি বস্তু কিংবা একটি বস্তুকে টেবিলের সাথে অথবা অন্য কিছুর সাথে সাময়িক আটকিয়ে কাজ করার জন্য সি-ক্ল্যাম্প ব্যবহার করা হয়।



সি-ক্ল্যাম্প (C-Clamp)

৬৭। ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু: বৈদ্যুতিক তারের ইনসুলেশন অপসারণের কাজে ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু ব্যবহার করা হয়।



ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু (Electrician knife)

৬৮। পাইপ কাটার: পাইপ কাটার এর সাহায্যে বিভিন্ন ব্যাসের পাইপ বা টিউব কটন করা যায়।



পাইপ কাটার (Pipe Cutter)

৬৯। টিন কাটার বা স্নিপ: স্নিপের সাহায্যে কোন খাতব পাত বা টিন কটন করা হয়। সোজা, বৃত্তাকার এবং আঁকাবঁকা ভাবে কটনের জন্য বিভিন্ন ধরনের স্নিপ ব্যবহার করা হয়। যেমন সোজা স্নিপ, বঁকা স্নিপ এবং হাণ্ডক স্নিপ।



টিন কাটার বা স্নিপ (Tin Cutter or Snip)

৭০। গ্রিগ পান: কোন দুর্বলমান যন্ত্রাংশ কিংবা মেশিনের বিভিন্ন ধরনের বিয়ারিং সহজে ছুয়ার জন্য চাপের সাহায্যে গ্রিগ দেওয়ার কাজে গ্রিগ পান ব্যবহার করা হয়।



গ্রিগ পান (Grease Gun)

৭১। জিমলেট: কাঠের উপর হু বসানোর পূর্বে কাজের সুবিধার্থে অল্প ছিদ্র করে নেয়ার জন্য জিমলেট ব্যবহার হয়।



জিমলেট (Gimlet)

৭২। পুলি পুলার: মোটর, জেনারেটর, ইঞ্জিন কিংবা অন্য কোন মেশিনের বিয়ারিং ও পুলি খোলার জন্য পুলি পুলার ব্যবহার করা হয়।



পুলি পুলার (Pulley Puller)

৭৩। চিজেল: চিজেলের সাহায্যে সেরালের খাঁজ কাটা বা ইট কাটা বা কোন খাতব পদার্থের ওপরে প্রয়োজনে টিসিং করা হয়।



চিজেল (Chisel)



মই (Ladder)

৭৪। মই: মই উপরে ওঠার সরঞ্জাম বা অ্যালুমিনিয়াম, ইস্পাত, কাঠ বা বঁশের তৈরি। এটা সাধারণত ৩ মি, ৫ মি বা ১০ মি. লম্বা হয়ে থাকে।

৭৫। গ্রিপ ভাইস (Grip Vice): এটি একটি হ্যান্ড টুলস যার সাহায্যে তার বা মেটাল পিটকে শক্তভাবে ধরে রাখা হয়।



গ্রিপ ভাইস (Grip Vice)

৭৬। প্যাডেস্টাল ড্রিল মেশিন: এটাও পাতলা খাতব পাত, কাঠের বায় ইত্যাদি ছিদ্র করতে প্যাডেস্টাল ড্রিল মেশিন কাজে লাগে।



প্যাডেস্টাল ড্রিল মেশিন (Pedestal Drill Machine)

৩.৫ সাধারণ হ্যান্ড টুলসের রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা: হ্যান্ড টুলস এর রক্ষণাবেক্ষণ বলতে বোঝায় এ গুলোকে কর্মক্ষম বা সচল রাখা এবং সর্বদা ব্যবহার উপযোগী রাখা। কারিগরি ক্ষেত্রে সহজে ও যথাযথভাবে কাজ করতে হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব যেমন বেশি, তেমনই এর রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। হ্যান্ড টুলস সঠিকভাবে রক্ষণাবেক্ষণ না করলে এর কার্যকারিতা নষ্ট হয়ে যায়, ফলে সেই টুলস দিয়ে সঠিকভাবে কাজ করা যায় না এবং কাজের গুণগত মানও বজায় রেখে করা যায় না। ভালো হ্যান্ড টুলস ছাড়া দক্ষতার সাথে কাজ করা যায় না। হ্যান্ড টুলস ভালো রাখতে, এর যথাযথ রক্ষণাবেক্ষণ অপরিহার্য। নিচে হ্যান্ড টুলস এর রক্ষণাবেক্ষণের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ করা হলো।

- ১। বিভিন্ন ধরনের হ্যান্ড টুলসগুলো আলাদাভাবে সুন্দর করে সংরক্ষণ করতে হবে।
- ২। যে কোন যন্ত্রের কোন অংশ মেরামতের প্রয়োজন হলে তা দ্রুত মেরামত করে সংরক্ষণ করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এ যেন মরিচা না পড়ে সে দিকে লক্ষ রাখতে হবে।
- ৪। হ্যান্ড টুলসসমূহের রুটিন মোতাবেক রক্ষণাবেক্ষণ করতে হবে।
- ৫। নষ্ট হ্যান্ড টুলসগুলোকে আলাদা করে ফেলতে হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। দৈহিক শক্তি প্রয়োগের মাধ্যমে কারিগরি ক্ষেত্রে, যে সমস্ত টুলস ব্যবহার করা হয়, সেগুলোকে কী বলে?
- ২। ইঞ্জিনিয়ার বা দক্ষ টেকনিশিয়ান এর কাজ সঠিক ও সুষ্ঠুভাবে করতে হলে কিসের একান্ত প্রয়োজন?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। হ্যান্ড টুলস কী?
- ২। হ্যান্ড টুলস এর গুরুত্ব কী?
- ৩। সর্বাধিক ব্যবহৃত ৫ টি হ্যান্ড টুলস এর নাম লেখ।
- ৪। সাধারণ হ্যান্ড টুলস এর ৫টি ব্যবহার লেখ।
- ৫। কন্ট্রোল প্ল্যান দিয়ে কী কী করা যায়?
- ৬। পুলি পুলার দিয়ে কী করা হয়?
- ৭। বেষ্ট ভাইস এর কাজ কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সাধারণ হ্যান্ড টুলস-এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
- ২। ১০ টি সাধারণ হ্যান্ড টুলস এর ব্যবহার বর্ণনা কর।

চতুর্থ অধ্যায় বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত ফিটিংস Electrical Wiring Fittings

ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত ফিটিংস এর উপর ওয়্যারিং এর কার্যকারিতা, সৌন্দর্য, ব্যয় নির্ভর করে। ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং এর ক্ষেত্রে দেয়াল ও সিলিং এর সহিত বৈদ্যুতিক লোডসমূহকে ধরে রাখার জন্য যে সমস্ত সরঞ্জামাদি ব্যবহার করা হয়, সেগুলোকে ওয়্যারিং ফিটিংস বলে। যেমন: হোল্ডার, সুইচ, প্লাগ, সকেট, সিলিং রোজ ইত্যাদি। এ অধ্যায়ে এগুলোর প্রকারভেদ ও ব্যবহার নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত ফিটিংস: বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর জন্য যে সমস্ত ফিটিংস ব্যবহার করা হয় সেগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো- বাতির হোল্ডার (Lamp Holder), সুইচ (Switch), প্লাগ (Plug), সকেট (Socket) ইত্যাদি।

৪.১ ল্যাম্প হোল্ডার: বৈদ্যুতিক তারের সাথে বাতি লাগানোর জন্য যে ফিটিংস ব্যবহার করা হয়, তাকে ল্যাম্প বা বাতি হোল্ডার বলে।

ল্যাম্প হোল্ডারের শ্রেণি বিভাগ: যে ফিটিংস এ বাতি আটকানো থাকে থাকে ল্যাম্প হোল্ডার বলে। গঠন ও ব্যবহার অনুযায়ী ল্যাম্প বা বাতির হোল্ডারকে নিম্নরূপ ভাগে ভাগ করা যায়। যথা- ১। ব্যাটেন হোল্ডার, ২। পেনডেন্ট হোল্ডার, ৩। ব্রাকেট হোল্ডার, ৪। ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প হোল্ডার, ৫। সুইভেল হোল্ডার ৬। পুশ পুল হোল্ডার ৭। কী সুইচ হোল্ডার ইত্যাদি।

৪.২ বিভিন্ন ল্যাম্প হোল্ডারের ব্যবহার: নিচে বিভিন্ন ধরনের ল্যাম্প হোল্ডারের ব্যবহার বর্ণনা করা হলো। নিচে ৪.১ নং চিত্রে বিভিন্ন ধরনের হোল্ডার দেখানো হয়েছে।

১। ব্যাটেন হোল্ডার: ব্যাটেন হোল্ডার সাধারণত ব্যাটেন ওয়্যারিংয়ে পিভিসি বা কাঠের বোর্ডে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। ছাদে বা দেয়ালে লাগানোর জন্য এ হোল্ডার ব্যবহার করা হয়।

২। পেনডেন্ট হোল্ডার: বুলন্ত স্থানে ল্যাম্পকে জ্বালানোর জন্য পেনডেন্ট হোল্ডার ব্যবহার করা হয়। ছাদে আটকানো সিলিং রোজ হতে ফ্লেক্সিবল তারের মাধ্যমে সংযোগ দেওয়ার জন্য পেনডেন্ট হোল্ডার ব্যবহার করা হয়।

৩। ব্রাকেট হোল্ডার: এ ধরনের হোল্ডারের এক প্রান্তে পঁচ কাটা একটি ক্যাপ থাকে। এ ক্যাপের সাহায্যে পঁচিয়ে ব্রাকেটের এক প্রান্তে হোল্ডার লাগানো হয়। ব্রাকেটের অন্য প্রান্ত দেয়ালে লাগানোর ব্যবস্থা থাকে। ব্রাকেটসহ এটি দেয়ালে ব্যবহার করা হয়।

৪। কী সুইচ হোল্ডার: এ ধরনের হোল্ডার সাধারণত টেবিল ল্যাম্পে ব্যবহার করা হয়। ল্যাম্প জ্বালানো এবং নিভানোর জন্য এ হোল্ডারের গায়ে সুইচ এর ব্যবস্থা থাকে, বলে এরূপ নামকরণ হয়েছে। সেজন্য খুব সহজেই হাতের নাগালে পাওয়া যায়, এমন জায়গায় এ হোল্ডার ব্যবহার করা হয়।

৫। **পুশ পুল হোন্ডার:** এ হোন্ডারও কী সুইচ হোন্ডারের ন্যায় টেবিল ল্যাম্পে ব্যবহার করা হয়। হোন্ডারের গায়ে একটি সুইচিং ব্যবস্থা আছে, যার সাহায্যে বাতি জ্বালানো ও নিভানো হয়। খুব সহজে নাগালে পাওয়া যায় এমন জায়গায় ল্যাম্পকে জ্বালানো এবং নিভানোর জন্য এ হোন্ডার ব্যবহার করা হয়।

৬। **সুইডেল হোন্ডার:** বিভিন্ন দিকে আলো প্রেরণের জন্য দোকানে, প্রদর্শনীতে এবং জনসমাগম স্থানে ব্যবহৃত বাতির জন্য এই হোন্ডার ব্যবহৃত হয়।

৭। **ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প হোন্ডার:** ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প হোন্ডার ফ্লোরোসেন্ট টিউব জ্বালানোর জন্য ব্যবহার করা হয়। এ হোন্ডার বিভিন্ন ধরনের হয়ে থাকে।

৮। **বেয়নেট ক্যাপ হোন্ডার:** সর্বনিম্ন থেকে ২০০ ওয়াট পর্যন্ত বাতির জন্য বেয়নেট ক্যাপ হোন্ডার ব্যবহার করা হয়ে থাকে। বাসা-বাড়িতে বাতি জ্বালানোর জন্য সাধারণত এ ধরনের হোন্ডার ব্যবহার করা হয়।

৯। **জু ক্যাপ হোন্ডার:** তুলনামূলকভাবে অধিক ক্ষমতা (২০০ থেকে ১০০০ ওয়াট) সম্পন্ন বাতির জন্য জু ক্যাপ হোন্ডার ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ৪.১: বিভিন্ন শ্রেণীর হোন্ডার।

৪.৩ সুইচ ও সুইচ এর শ্রেণিবিভাগ

সুইচ (Switch): সুইচ হচ্ছে অতি জরুরি একটি বৈদ্যুতিক ফিটিংস। ইহা সার্কিটে নিয়ন্ত্রণ ডিভাইস হিসেবে কাজ করে। বৈদ্যুতিক সার্কিট বা বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ (অফ, অন) করতে যে ফিটিংস ব্যবহার করা হয়, তাকে সুইচ বলে। সুইচ ছাড়া বর্তনীতে কারেন্ট প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা যায় না।

সুইচের শ্রেণিবিভাগ: গঠন ও ব্যবহার অনুযায়ী সুইচকে নিম্নরূপ ভাগে ভাগ করা যায়।

যথা- ১। নাইফ সুইচ ও ২। টাম্বলার সুইচ।

নাইফ সুইচের শ্রেণিবিভাগ: বাজারে বিভিন্ন ধরনের নাইফ সুইচ পাওয়া যায়। যেমন- ক) মেইন সুইচ, খ) ব্রেক সুইচ, গ) SPST, ঘ) SPDT, ঙ) DPDT, চ) আয়রন ক্লাড সুইচ, ছ) TPST ইত্যাদি।

টাম্বলার সুইচের শ্রেণি বিভাগ: বহুল ব্যবহৃত টাম্বলার সুইচগুলো হলো- ক) ওয়ান ওয়ে সুইচ, খ) টু ওয়ে সুইচ, গ) ইন্টারমিডিয়েট সুইচ, ঘ) বেড সুইচ, ঙ) কী সুইচ, চ) পুশ পুল সুইচ, ছ) রোটরি সুইচ, জ) পুশ বাটন সুইচ ইত্যাদি।

ভোল্টেজ গ্রেড অনুযায়ী সুইচকে সাধারণত দুই ভাগে ভাগ করা যায়। যথা—

১। ২৫০ ভোল্ট গ্রেডের সুইচ এবং ২। ৫০০ ভোল্ট গ্রেডের সুইচ।

কারেন্ট বহন করার ক্ষমতা অনুযায়ী সুইচকে বিভিন্ন ধাপে বিভক্ত করা যায়।

যেমন— ৫A, ১০ A, ১৫ A, ২০ A, ৩০ A, ৬০ A, ১০০ A এবং ১৫০ A সুইচ ইত্যাদি।

৪.৪ বিভিন্ন প্রকার সুইচের ব্যবহার: বিভিন্ন ধরনের সুবিধা, কাজের ধরন ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন স্থানে প্রয়োজন অনুযায়ী সুইচ ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন ধরনের সুইচের নামসহ উহাদের ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হলো।

১। ট্রান্সমিটার সুইচ: এ ধরনের সুইচ ২৫০ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার থেকে ১৫ অ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত বাতি, হিটার, ইঞ্জি ইত্যাদি লোড চালানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।

ট্রান্সমিটার সুইচসমূহের ব্যবহার: সাধারণত কম অ্যাম্পিয়ারের ক্ষেত্রে অর্থাৎ ৫ অ্যাম্পিয়ার এর ট্রান্সমিটার সুইচ বাতি জ্বালাবার জন্য, এবং ১৫ অ্যাম্পিয়ার ট্রান্সমিটার সুইচ হিটার, ইঞ্জি ইত্যাদি পাওয়ার সার্কিটে ব্যবহৃত হয়।

১। **ওয়ান ওয়ে সুইচ:** সাধারণত বাতি, পাখা ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করতে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

২। **টু ওয়ে সুইচ:** সিঁড়িঘরের বাতি বা বড় হল ঘরে যেখানে দুই জায়গা হতে বাতি নিয়ন্ত্রণ করার প্রয়োজন, সে সমস্ত জায়গায় এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

৩। **ইন্টারমিডিয়েট সুইচ:** কোন বাতিকে তিন বা তার অধিক জায়গা থেকে নিয়ন্ত্রণ করতে সার্কিটের দু' প্রান্তে দুইটি টু ওয়ে সুইচ এবং মাঝখানে প্রয়োজন অনুসারে একাধিক ইন্টারমিডিয়েট সুইচ ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত সিঁড়িঘরের বাতি বা বড় হল ঘরের বাতি জ্বালানো নিভানোর কাজে ব্যবহৃত হয়।

৪। **পুশ সুইচ :** এ সুইচ সাধারণত গোসলখানার ছাদে ব্যবহৃত হয়।

৫। **পুশ পুল সুইচ:** এ ধরনের সুইচ সাধারণত টেবিল ল্যাম্পে ব্যবহৃত হয়।

৬। **কী সুইচ :** এ সুইচও সাধারণত টেবিল ল্যাম্পে ব্যবহৃত হয়।

৭। **রোটারি সুইচ:** এ ধরনের সুইচ বৈদ্যুতিক মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন, বেগ পরিবর্তন, সার্কিট কন্ট্রোলিং এবং বড় বৈদ্যুতিক চুলায় বিদ্যুৎ সংযোগ করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

৮। **বেড সুইচ:** বিছানায় শুয়ে বাতি জ্বালানো ও নিভানোর কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

৯। **পুশ বাটন সুইচ:** এ সুইচগুলো সাধারণত বৈদ্যুতিক মোটরের স্টার্টারের সাথে, বেল সার্কিটে এবং ল্যাম্প সার্কিটে সাময়িক সরবরাহের জন্য ব্যবহৃত হয়।

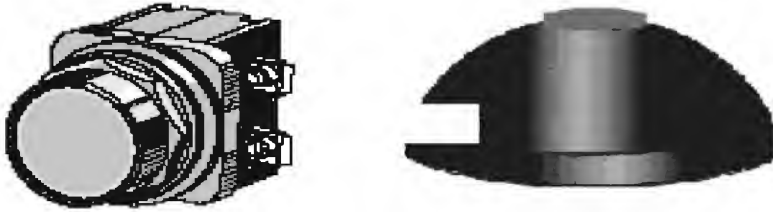
১০। **টাইম সুইচ:** কোন সার্কিটকে নির্দিষ্ট সময় পর অন বা অফ করার প্রয়োজন হলে সে সার্কিটে টাইম সুইচ ব্যবহার করা হয়।

১১। **কনসিড সুইচ:** এ ধরনের সুইচ কনসিড ওয়্যারিংয়ে ব্যবহৃত হয়। ইদানিং যে কোন হাউজ ওয়্যারিং এ কনসিড সুইচ ব্যবহৃত হচ্ছে। সুইচের নিচের অংশ বোর্ডের মধ্যে থাকে বলে, এটি ওয়্যারিংয়ের সৌন্দর্য বৃদ্ধি করে।

১২। **টুইনব সুইচ:** যেখানে অনেকগুলো বাতি আছে যার কিছু এক সময়ে, কিছু আরেক সময়ে, আবার কখনও কখনও সবগুলো একসাথে জ্বালাতে হয়, সেখানে টুইনব সুইচ ব্যবহার করা হয়।

বিভিন্ন ধরনের নাইফ সুইচের ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হলো;

- ১। নাইফ সুইচ: এ সুইচগুলো সাধারণত মেইন সুইচ বোর্ডে ব্যবহার হয়। বৈদ্যুতিক মোটর সার্কিট, বিভিন্ন বৈদ্যুতিক কন্ট্রোল সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ ও সার্কিট হতে বিচ্ছিন্ন করতে এ সুইচ ব্যবহার হয়।
- ২। মেইন সুইচ: বিদ্যুৎ মিটার বোর্ডের পর ব্যবহারকারীর সমগ্র সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য মেইন সুইচ ব্যবহার করা হয়।
- ৩। সিঙ্গেল পোল সুইচ: লাইনের শুধু একটি তারের সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।
- ৪। ডাবল পোল সুইচ: লাইনের দুইটি তারের সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।
- ৫। ট্রিপল পোল সুইচ: লাইনের তিনটি তারের সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।
- ৬। সিঙ্গেল থ্রো সুইচ: সাধারণত দুইটি সার্কিটকে একটির পর আরেকটিতে বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ ধরনের সুইচ ব্যবহার করা হয়।
- ৭। আয়রন ক্ল্যাড সুইচ: আবাসগৃহে বা কারখানায় বা অনুরূপ স্থানে বিদ্যুৎ সরবরাহ বা বিচ্ছিন্ন করার জন্য মিটার বোর্ডের পরে ব্যবহারকারীর নিয়ন্ত্রণাধীন এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।



পুশ বাটন সুইচ

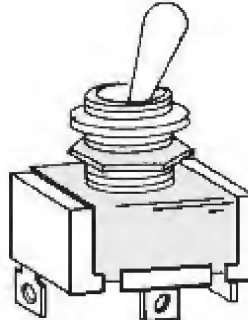
চিত্র ৪.২: পুশ বাটন সুইচ।

২৫০ ভোল্ট এবং ৫০০ ভোল্টে থ্রো সুইচ: সাধারণত ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত সুইচসমূহ এদের ডাই-ইলেকট্রিক ক্ষমতা অনুযায়ী দুইটি ভোল্টেজ থ্রেডের হয়ে থাকে।

কারেন্ট-এর থ্রো অনুযায়ী সুইচ: প্রতিটি সুইচের কারেন্ট বহন ক্ষমতা নির্দিষ্ট থাকে। বাজারে বিভিন্ন কারেন্ট রেটিং এর সুইচ পাওয়া যায়। যেমন ৫ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট বহন করার ক্ষমতার সুইচ কখনো ৫ অ্যাম্প এর বেশিকারেন্ট নেয় এমন সার্কিটে ব্যবহার করা যাবে না।



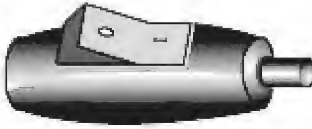
টান্সলার সুইচ পিরানো টান্সলার সুইচ



বেট হেডেল সুইচ



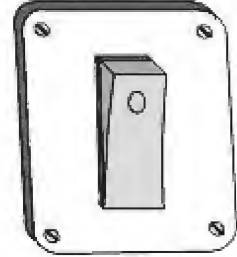
নাইফ সুইচ



বেড সুইচ



রোটারী সুইচ



টান্সলার সুইচ পাওয়ার সুইচ

চিত্র ৪.৩: বিভিন্ন ধরনের সুইচ।

৪.৫ সকেট ও সকেটের শ্রেণিবিভাগ: সকেট (Socket) হচ্ছে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং লাইনে ব্যবহৃত এমন ধরনের সরঞ্জাম যার মধ্যে সর্বদা বৈদ্যুতিক সংযোগ থাকে। এরোজন অনুযায়ী এর মাধ্যমে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে সরবরাহ দেওয়া যায়। যেমন— টেবিল ল্যাম্প, টেবিল ফ্যান, টি.ভি, রেডিও, ক্যাসেট, রেকর্ড প্লেয়ার, ভিডিও, ইত্যাদির ক্ষেত্রে টু-পিন সকেট ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক ইঞ্জি, ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল মেশিন ও ইলেকট্রিক হ্যান্ড প্রাইভার ইত্যাদির ক্ষেত্রে আর্থ টার্মিনালসহ টু-পিন সকেট ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া যে সকল বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির খাতব বডি থাকে এবং এটি বিদ্যুতায়িত হওয়ার সম্ভাবনাও যখনই সেই সকল ক্ষেত্রে থ্রি-পিন সকেট ব্যবহার করা হয়। যেমন—রেফ্রিজারেটর, কম হিটার, টেবিল হিটার, হট-প্রেট, বৈদ্যুতিক গুডেন ইত্যাদি।

সকেটের শ্রেণিবিভাগ: সকেট সাধারণত তিন প্রকার। যথা—

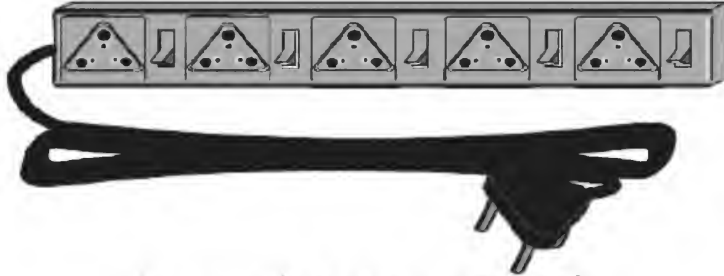
- ১) টু-পিন সকেট, ৫A (সুইচসহ বা সুইচ ছাড়াই)
- ২) থ্রি-পিন সকেট, ১৫A (সুইচসহ বা সুইচ ছাড়াই)
- ৩) পাঁচ-পিন সকেট, ১৫A

তাছাড়া বাজারে উপরের উল্লিখিত সবগুলো সকেটই সুইচের সাথে একত্রে পাওয়া যায় যেগুলো কবাইন্ড সুইচ-সকেট নামে পরিচিত। সেগুলোর তালিকা নিম্নরূপ।



চিত্র ৪.৪: বিভিন্ন ধরনের সকেট।

৫) একাধিক বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম এক স্থান হতে চালানোর জন্য বর্তমানে মাল্টি-সকেট বা এক্সটেনশন কর্ড পাওয়া যায়। সাময়িকভাবে বিদ্যুৎ এর লাইন বর্ধিত করার জন্য এ ধরনের সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ৪.৫: মাল্টি সকেট বা এক্সটেনশন কর্ড।

৪.৬ বিভিন্ন ধরনের সকেটের ব্যবহার

সকেটসমূহের ব্যবহার: সাধারণত কম অ্যাম্পিয়ারের ক্ষেত্রে অর্থাৎ ৫ অ্যাম্পিয়ার এর সকেট চার্জার বাতি চার্জ করতে, টেবিল ল্যাম্প, রেডিও, ইলেকট্রনিক যন্ত্র, টেবিল ফ্যান, মোবাইল ফোন ইত্যাদি চালাতে এবং ১৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট টেলিভিশন, হিটার, ইন্ড্রি, মিক্স, ওভেন ইত্যাদি চালাতে পাওয়ার সার্কিটে থ্রি-পিন সকেট ব্যবহৃত হয়। মাল্টি সকেট বা এক্সটেনশন কর্ড বিভিন্ন ধরনের অনুষ্ঠানে অস্থায়ীভাবে লোড সংযোগের জন্য ব্যবহার করা হয়।

৪.৭ প্লাগ ও প্লাগের শ্রেণিবিভাগ

প্লাগ (Plug): সাধারণত বৈদ্যুতিক সরঞ্জামে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়ার জন্য এর সাথে সংযুক্ত তার বা কর্ডের টার্মিনালে যে ফিটিংস ব্যবহার করা হয়, তাকে প্লাগ বলে। সকেটের মাধ্যমে লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য যে ফিটিংস ব্যবহার করা হয়, তাকে প্লাগ বলে। নির্দিষ্ট ধরনের সকেটের সাথে গোল পিন, চান্টা পিন এর প্লাগ ব্যবহার করা হয়।

প্লাগের শ্রেণিবিভাগ

প্লাগ তিন প্রকার। যথা—

- ১। টু-পিন প্লাগ, ৫ অ্যাম্পিয়ার,
- ২। ত্রি-পিন প্লাগ, ৫ অ্যাম্পিয়ার ও
- ৩। ত্রি-পিন প্লাগ, ১৫ অ্যাম্পিয়ার।



চিত্র ৪.৬: বিভিন্ন ধরনের প্লাগ।

৪.৮ বিভিন্ন প্রকার প্লাগের ব্যবহার: যেমন— টেবিল ল্যাম্প, টেবিল ফ্যান, টিভি, রেডিও, ক্যাসেট, রেকর্ড প্লেয়ার, বৈদ্যুতিক ইন্ড্রি, ইলেকট্রিক হ্যাড ড্রিল মেশিন ও ইলেকট্রিক হ্যাড গ্রাইন্ডার ইত্যাদিতে টু-পিন প্লাগ সংযুক্ত থাকে। আর যেমন ছোট ছোট সিলার ড্রিল, রেফ্রিজারেটর, রুম হিটার, টেবিল হিটার, হট-প্রেট, বৈদ্যুতিক ওভেন ইলেকট্রিক সুইচ মেশিন, সিংগেল ফেজ গ্রাইন্ডিং মেশিন ইত্যাদিতে ত্রি-পিন প্লাগ লাগানো থাকে।

৪.৯ সিলিং রোজ এবং এর ব্যবহার

সিলিং রোজ (Ceiling rose): সাধারণত কুলন্ত বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম যেমন বাতি, পাখা, টিউব বাতি ইত্যাদিতে সরবরাহ প্রদানের জন্য ঘরের ছাদে বা সিলিং এ যে ফিটিংস ব্যবহার করা হয়, তাকে সিলিং রোজ বলা হয়। ২৫০ ভোল্টের বেশি বৈদ্যুতিক সার্কিটে সিলিং রোজ ব্যবহার করা হয় না। সিলিং রোজের ঢাকনার মধ্যে তারের উপর গিট দেওয়া হয় যাতে করে সংযোগ স্থায়ী হয় বা খুলে না যায়। নিচে সিলিং রোজ এর চিত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৪.৭: সিলিং রোজ।

সিলিং রোজের ব্যবহার: নিম্নে সিলিং রোজ এর ব্যবহার উল্লেখ করা হলো—

১। ফ্লেক্সিবল তার দিয়ে সিলিংরোজ এর মাধ্যমে ঝুলন্ত বাতি, সিলিং ফ্যান, ফ্লোরোসেন্ট বাতি সংযোগ করতে হয়।

২। বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের লুপিং করার জন্য থ্রি-ওয়ে সিলিং রোজ ব্যবহার করা হয়।

৪.১০ বৈদ্যুতিক লাইনে সুইচের সংযোগ পদ্ধতি: সুইচ বৈদ্যুতিক সার্কিটে নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র হিসেবে কাজ করে। যেহেতু বৈদ্যুতিক সার্কিট বা বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের পথকে অন ও অফ করার জন্য সুইচ ব্যবহার করা হয় সেহেতু ইহা ফেজ বা নিউট্রাল যে কোন তারে সংযোগ করলে বৈদ্যুতিক লোড অন-অফ হবে। কিন্তু যদি একজন ইলেকট্রিশিয়ান সুইচ বন্ধ করে সংশ্লিষ্ট সার্কিটে মেরামতের কাজ করতে এই মনে করে যে, সুইচ বন্ধের ফলে সার্কিটে বিদ্যুৎ সাপ্লাই নেই তাহলে সে বৈদ্যুতিক শক পাবে, যা জীবনের জন্য নিরাপদ নয়। এক্ষেত্রে যদি সুইচ ফেজ তারের সাথে সংযুক্ত থাকে তবে সুইচ অফ করলে সুইচের পরে আর কোন ভোল্টেজ থাকে না। ফলে মেরামত কাজ নিরাপদ হয়।

অতএব, বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর ক্ষেত্রে সুইচ সর্বদা ফেজ তারে লাগাতে হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। কত ভোল্টের বেশি সার্কিটে সিলিং রোজ ব্যবহার করা হয় না?
- ২। সিলিং রোজের ঢাকনার মধ্যে তারের উপর গিট দেওয়ার কারণ কী?
- ৩। সাধারণত লুপিং ওয়্যারিং-এ থ্রি-ওয়ে সিলিংরোজ ব্যবহার করা হয় কেন?
- ৪। উপযুক্ত ফিউজের অভাবে সিলিংরোজ ফিউজ হিসেবে ব্যবহার করা যায় কী?
- ৫। ঝুলন্ত অবস্থায় বাতি জ্বালানোর জন্য কী হোল্ডার ব্যবহৃত হয়?
- ৬। কোন ধরনের হোল্ডার ব্রাকেটসহ দেয়ালে ব্যবহৃত হয়?
- ৭। সাধারণত বিছানায় শুয়ে বাতি জ্বালানো এবং নিভানোর জন্য কী সুইচ ব্যবহার করা হয়ে থাকে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ল্যাম্প হোল্ডারের শ্রেণিবিভাগ দেখাও।
- ২। সুইচের শ্রেণিবিভাগ দেখাও।
- ৩। সকেটের শ্রেণিবিভাগ দেখাও।
- ৪। প্লাগের শ্রেণিবিভাগ দেখাও।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। বিভিন্ন প্রকার ল্যাম্প হোল্ডারের ব্যবহার বর্ণনা কর।
- ২। বিভিন্ন প্রকার সুইচের ব্যবহার বর্ণনা কর।
- ৩। বিভিন্ন প্রকার সকেটের ব্যবহার বর্ণনা কর।
- ৪। বিভিন্ন প্রকার প্লাগের ব্যবহার বর্ণনা কর।

পঞ্চম অধ্যায়

বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল

Electrical Wire and Cable

বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং কাজের প্রধান উপাদান বৈদ্যুতিক তার। ওয়্যারিং কাজে বিভিন্ন ধরনের তার ব্যবহার করা হয়। এ কাজে সঠিক তার ব্যবহার করা প্রয়োজন। উৎপাদন যন্ত্রে বিদ্যুৎ উৎপাদন করে বিভিন্ন সরঞ্জাম/সার্কিট সিস্টেম ব্যবহারে সঠিকভাবে লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়ার জন্য বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। বিদ্যুৎ পরিবহন ও বিতরণের জন্য ওভারহেড ও আন্ডারগ্রাউন্ড লাইন ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক সিস্টেমে বিদ্যুৎ পরিবহন ও বিতরণের জন্য তার ও ক্যাবল ব্যবহৃত হয়। ওভারহেড লাইনে তার ও আন্ডারগ্রাউন্ড লাইনে ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। নিয়ম মোতাবেক তৈরি ইনসুলেশন যুক্ত পরিবাহী যা মাটির নিচে দিয়ে লাইন স্থাপনে ব্যবহার করা হয়, সেটাই ক্যাবল। আর ইনসুলেশন বিহীন বা ইনসুলেশন যুক্ত কম কারেন্ট বাহি পরিবাহীই হলো তার। আলোচ্য অধ্যায় পাঠে বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যাবে।

৫.১ বৈদ্যুতিক তার ও ক্যাবল: বৈদ্যুতিক ব্যবস্থায় তার ও ক্যাবলের মাধ্যমে একস্থান হতে অপর স্থানে বিদ্যুৎ পরিবহন করতে ব্যবহৃত হয়। সাধারণ অর্থে তার বলতে ইনসুলেশনের আবরণহীন পরিবাহীকে বোঝায়। এই আবরণহীন তার ওভারহেড লাইনে ব্যবহৃত হয়। ইনসুলেশন দেওয়া তারকে ক্যাবল বলে। ক্যাবলের মধ্যে তার একহারা অথবা বহু তারের সমবায় হতে পারে। আবার এর মধ্যে দুই বা ততোধিক আলাদা আলাদা ইনসুলেশন দেওয়া তারও থাকতে পারে। কোন কোন ক্যাবলে বাইরের আঘাত হতে তারকে রক্ষা করার জন্য শক্ত ধাতু নির্মিত আর্মারিং দেওয়া থাকে। ব্যবহারের সুবিধার জন্য ক্যাবলকে দুই রকমভাবে তৈরি করা হয়। একটি কোমলায়িত ও অপরটি কড়া বা শক্ত তার দিয়ে। কোমলায়িত তারের ইনসুলেশন এমন ভাবে দেওয়া হয় যাতে ক্যাবলকে সহজে বাঁকানো যায় এবং সুবিধামত আকারে কুণ্ডলী করা যায়, যেন তার বা ইনসুলেশনের কোন ক্ষতি হয় না। কড়া বা শক্ত তারের ক্যাবল সাধারণত বাড়ির ওয়্যারিংয়ের কাজে ও মাটির নিচে পাতার জন্য ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ৫.১: পিভিসি তারের কয়েল।

বৈদ্যুতিক তার: ইনসুলেশনের আবরণহীন কন্ডাকটরকে বৈদ্যুতিক তার বলে। ইহা ওভার হেড লাইনে ব্যবহৃত হয়। সঠিকভাবে বলতে কী, ইনসুলেশন দ্বারা আবৃত বা অনাবৃত একটি একক পরিবাহী বা কন্ডাকটরকেই ওয়্যার বা বৈদ্যুতিক তার বলা হয়।

বাস্তবে, একক বা একাধিক খেই বিশিষ্ট পাকানো খোলা বা ইনসুলেশন বিহীন পরিবাহীকেও বৈদ্যুতিক তার বা ওয়্যার বলা হয়। অর্থাৎ ইনসুলেশন বিহীন সকল পরিবাহী এবং কম কারেন্ট বাহি ইনসুলেশন যুক্ত পরিবাহীকে তার বলে।

বৈদ্যুতিক ক্যাবল: প্রয়োজনীয় পরিমাণ ভোল্টেজকে প্রতিরোধ করতে পারে, এমন পর্যাপ্ত ইনসুলেশনের সমন্বয়ে প্রস্তুতকৃত পরিবাহীকে ক্যাবল বলা হয়। ঘনবসতি এলাকায় লো ভোল্টেজ ডিস্ট্রিবিউশন সিস্টেমে ক্যাবল ব্যবহার করা খুব সুবিধাজনক।

অ্যালুমিনিয়াম বা তামার তারের কোর, পিভিসি বা তৈলসিক্ত কাগজের ইনসুলেশন জল নিরোধক ধাতব আবরণ, ধাতব আর্মার প্রভৃতি উপাদান দিয়ে ক্যাবল তৈরি করা হয়।

৫.২ তার ও ক্যাবলের পার্থক্য: বিদ্যুৎ পরিবাহীর গঠন, ব্যবহার ইত্যাদি অনুসারে বৈদ্যুতিক তার এবং ক্যাবলের মধ্যে নিম্নরূপ পার্থক্য দেখা যায়।

বৈদ্যুতিক তার	বৈদ্যুতিক ক্যাবল
১। ইনসুলেশন আবরণহীন কন্ডাকটরকে বৈদ্যুতিক তার বলে।	১। ইনসুলেশন দেওয়া বৈদ্যুতিক তারকে ক্যাবল বলে।
২। বৈদ্যুতিক তার নিরেট (সলিড) অথবা রজ্জু (স্ট্র্যান্ডেজ) উভয় হইতে পারে।	২। ক্যাবল প্রায় ক্ষেত্রেই স্ট্র্যান্ডেড (রজ্জু) হয়।
৩। তারের ইনসুলেশন রক্ষাকারী ধাতব আবরণ থাকে না।	৩। ক্যাবলে ইনসুলেশনের উপর আবারও ভারী ইনসুলেশন অথবা ইনসুলেশন রক্ষাকারী ধাতব আবরণ থাকে।
৪। নগ্ন বৈদ্যুতিক তার ব্যতীত হাল্কা ইনসুলেশন যুক্ত বৈদ্যুতিক তার সাধারণত নিম্ন এবং মাঝারি ভোল্টেজের (৩৩ কেভি) জন্য ব্যবহৃত হয়।	৪। ক্যাবল মাঝারি এবং উচ্চ ভোল্টেজের জন্য ব্যবহৃত হয়।
৫। তার এ আর্মারিং থাকে না।	৫। ক্যাবলে আর্মারিং করা থাকে।
৬। কারেন্ট বহন ক্ষমতা তুলনামূলকভাবে কম।	৬। কারেন্ট বহন ক্ষমতা বেশি।
৭। তার বিদ্যুৎ উৎপাদন, পরিবর্তন, (জেনারেটরে, ট্রান্সফরমার, মোটর) পরিবহন ও বিতরণে ওভারহেড লাইনে ব্যবহৃত হয়।	৭। ক্যাবল বিদ্যুৎ পরিবহন ও বিতরণে ওভারহেড ও আন্ডার গ্রাউন্ড লাইনে ব্যবহৃত হয়।
৮। একই পরিমাণ কারেন্ট বহন ক্ষমতার ক্যাবলের তুলনায় তারের দাম কম।	৮। একই পরিমাণ কারেন্ট বহন ক্ষমতার ক্যাবলের দাম বেশি।
৯। লাইনে তার ব্যবহারে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা ঘটার আশংকা বেশি থাকে।	৯। লাইনে ক্যাবল ব্যবহারে বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা কম ঘটে।

তারের গঠন, আকার, সংখ্যা, ব্যবহার ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত তার তিন ধরনের। যথা-

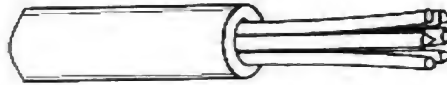
১. সলিড তার;
২. রজ্জু তার বা ফ্লেক্সিবল তার;
৩. মালটি স্ট্র্যান্ডেড ফ্লেক্সিবল তার।

৫.৩ বিভিন্ন প্রকার তার ও ক্যাবলের তালিকা: বর্তমানে ব্যবহৃত তার ও ক্যাবলের তালিকা নিম্নে প্রদত্ত হলো -

- ১। পিভিসি (পলিভিনাইল ক্লোরাইড) তার।
- ২। ভিআইআর (ভলকানাইজড ইন্ডিয়া রাবার) তার।
- ৩। সিটিএস (ক্যাব টায়ার শিথড) তার।
- ৪। টিআরএস (টাক্স রাবার শিথড) তার।
- ৫। শিথড তার।
- ৬। ওয়েদার প্রুফ তার।
- ৭। ফ্রেজিবল তার।
- ৮। প্রাস্টিক ইনসুলেটেড তার।
- ৯। ইউরেকা তার।
- ১০। নাইক্রোম তার।

হাউজ ওয়্যারিং এ ব্যবহার করার জন্য সাধারণত যে কয় প্রকার ইনসুলেটেড বৈদ্যুতিক ক্যাবল ব্যবহৃত হয় তা নিম্নরূপ: (ক) পিভিসি ক্যাবল।

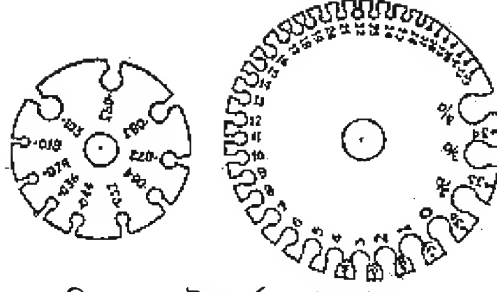
- (খ) ভিআইআর ক্যাবল।
- (গ) টিআরএস/ সিটিএস ক্যাবল।
- (ঘ) ফ্রেজিবল ক্যাবল।
- (ঙ) ওয়েদার প্রুফ ক্যাবল।
- (চ) মিনারেল ইনসুলেটেড ক্যাবল।
- (ছ) লিড কভার ক্যাবল।



চিত্র ৫.২ : ব্রাউ/ফ্রেজিবল তার।

৫.৪ তার ও ক্যাবলের স্পেসিফিকেশন: নির্দিষ্ট তার ও ক্যাবল বুঝাতে/চিহ্নিত করতে তারের শ্রেণি, কন্ডাক্টরের উপাদান, আকার, প্রস্থচ্ছেদ, কোরের সংখ্যা, ইনসুলেশন প্রকৃতি ও ভোল্টেজ গ্রেড, কারেন্ট বহন ক্ষমতা ইত্যাদি উল্লেখ করতে হবে। উল্লিখিত নির্ধারিত উপাত্তগুলোকে তার বা ক্যাবলের স্পেসিফিকেশন বলে। যেমন -

- ১। পিভিসি (পলিভিনাইল ক্লোরাইড) $2 \times 3/0.028$ খেই যুক্ত কপার তার যার ভোল্টেজ গ্রেড ২৫০/৪৪০ ভোল্ট।
- ২। পিভিসি ইনসুলেটেড এবং পিভিসি শিথড টু-ইন কোর চ্যাপটা ভোল্টেজ ২৫০/৪৪০ ভোল্ট গ্রেড তার।
- ৩। ক্যাবল স্থাপনে যদি যান্ত্রিক ক্ষতির সম্ভাবনা থাকে। তা হলে অবশ্যই আর্মারিং ক্যাবল ব্যবহার করতে হবে।
- ৪। যেখানে ক্যাবল ব্যবহার হবে সে স্থানের সর্বোচ্চ কারেন্ট ওভার লোড হিসেব করে ক্যাবলের সাইজ নির্ধারণ করতে হবে।
- ৫। ক্যাবলের দৈর্ঘ্যের উপর ভোল্টেজ ঘাটতি হিসেব করে ক্যাবলের সাইজ নির্ধারণ করতে হবে।
- ৬। পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদ, ক্ষেত্রফল এবং পাওয়ার ঘাটতির হিসেব করে ক্যাবল নির্ধারণ করতে হবে। পরিবাহী তারের সাইজ স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ দিয়ে মাপা যায়।



চিত্র ৫.৩: স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ।

একটি তারের স্পেসিফিকেশন $2 \times 3/22$ পিভিসি বলতে বোঝায় তারটি ২ কোর বিশিষ্ট, যার প্রতি কোরে ৩ টি খেই আছে ও প্রতি খেইয়ের সাইজ ২২ গেজি এবং উপরে পলিভিনাইল ক্লোরাইড এর ইনসুলেশন দেওয়া আছে।

তারের সাইজ নির্ধারণে ব্যবহৃত তালিকা।

তারের নামীর স্কেএফল	তারের সংখ্যা ও ব্যাস	গুচ্ছাকারে আবৃত			
		দুই কোর ক্যাবল /সিঙ্গেল ফেজ এ.সি		চার কোর ক্যাবল/ ত্রিফেজ এ.সি	
		তামা	এ্যালু:	তামা	এ্যালু:
বর্গ মি:মি:	মি:মি:	এয়াম্প:	এয়াম্প:	এয়াম্প:	এয়াম্প:
১	১/১.১২	১১	৮	৯	৭
১.৫	১/১.৪০	১	১১	১২	৯
২.৫	১/১.৮০	১৮	১৪	১৫	১২
	৩/১.০৬				
৪	১/২.২৪	২৪	১৯	২১	১৬
	৭/০.৮৫				
৬	১/২.৮০	৩১	২৪	২৫	২০
	৭/১.০৬				
১০	১/৩.৫৫	৪২	৩২	৩৬	২৮
	৭/১.৪০				
১৬	৭/১.৭০	৫৭	৪৫	৪৯	৩৮
২৫	৭/২.২৪	৭৩	৫৬	৬২	৪৮
৩৫	৭/২.৫০	৮৮	৬৯	৭৫	৫৮
৫০	৭/৩.০০	১০৮	৮৪	৯৩	৭২
	১৯/১.৮০				
৭০	১৯/২.২৪	১৩৩	১০৩	১১৪	৮৮
৯৫	১৯/২.৫০	১৬৪	১২৭	১৩৯	১০৮
১২০	৩৭/২.০৬	১৯০	১২৭	১৬১	১২৫

আমাদের দেশে সাধারণভাবে লাইটিং সার্কিটের জন্য ১.৫ বর্গ মি.মি হতে ২.৫ বর্গ মি.মি পিভিসি বা ভিআই আর বা সিটিসি তামার বা এ্যালুমিনিয়াম তার ব্যবহার করা হয়।

আর পাওয়ার সার্কিটের জন্য 2.5 বর্গ মি.মি. হতে 6 বর্গ মি.মি. পিভিসি বা সিটিএস তামার বা অ্যালুমিনিয়াম তার ব্যবহার করা হয়।

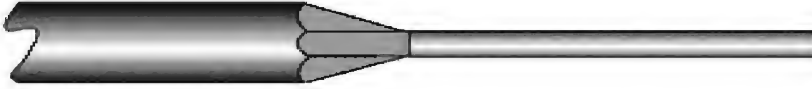
বিশেষ দ্রষ্টব্য: তার বা ক্যাবলে সাইজে re এর অর্থ গোলাকার পাশকাটের একক সলিড তার এবং rm এর অর্থ গোলাকার পাশকাটের বহুতারা তার।

বিদ্যুৎ পরিবাহী তার/ক্যাবল এর উপরিভাগে ভোল্টেজ প্রতিরোধের জন্য ইনসুলেশন দেওয়া থাকে। ইনসুলেশন হিসেবে পলিভিনাইল ক্লোরাইড (পিভিসি) ব্যবহার করা হয়। তারের এই ইনসুলেশন ভোল্টেজ হেড দিয়ে প্রকাশ করা হয়। পিভিসি তার ও ক্যাবল সব ধরনের ওয়্যারিং কাজে ব্যাপকভাবে বা সর্বত্রই ব্যবহার করা হয়।

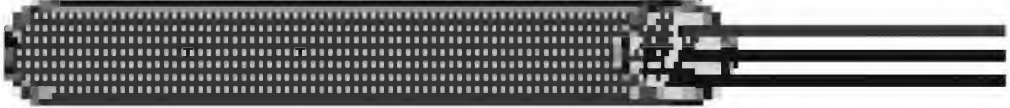
৫.৫ রজ্জু বা ফ্লেক্সিবল তার: নিচে বিভিন্ন ধরনের ফ্লেক্সিবল তার দেখানো হয়েছে।

১। পিভিসি ক্যাবল, ২। ভিআই আর ক্যাবল, ৩। সিটিএস ক্যাবল, ৪। পেপার ইনসুলেটেড লিড কভার ক্যাবল, ৫। লিড শিথড ক্যাবল, ৬। প্লাস্টিক ইনসুলেটেড ক্যাবল ও ৭। ভার্নিস কেমব্রিক ক্যাবল।

তারের সাইজ নির্ণয়: কোন পরিবাহী তার দিয়ে কত কারেন্ট প্রবাহিত হলে ক্ষতির সম্ভবনা থাকে না, সেটা জানা প্রয়োজন। তারের কারেন্ট বহন ক্যাপাসিটির তালিকা নিম্নে দেওয়া হলো। কত পরিমাণ কারেন্টের জন্য কোন সাইজের তার ব্যবহার করতে হবে তা নিচের তালিকা হতে জানা যাবে।



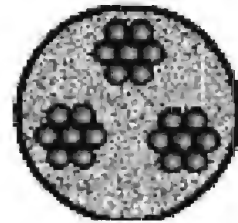
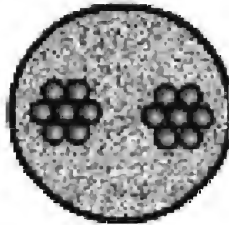
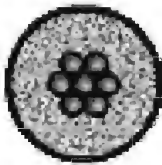
পিভিসি তার



সিঙ্গেল কোর

টুইনি কোর

থ্রি-কোর



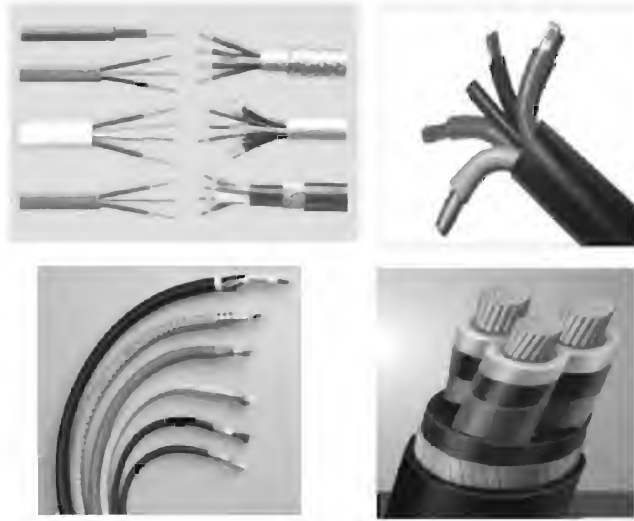
রজ্জু পরিবাহী

চিত্র ৫.৪: এক বা একাধিক কোর বিশিষ্ট খেই তার এর প্রস্থচ্ছেদ।

পিভিসি শীথ



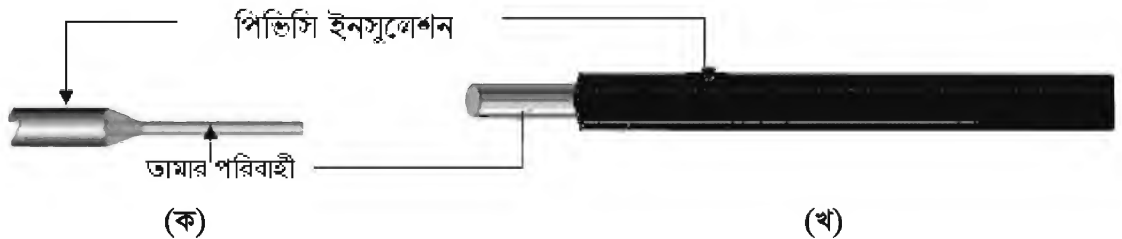
ক্যাবল



চিত্র ৫.৫: বিভিন্ন ধরনের ক্যাবল।

৫.৬ ফ্লেক্সিবল তারের ব্যবহার: সকেট থেকে প্লাগের মাধ্যমে যখন কোন লোড পরিচালনা করা হয় তখন ফ্লেক্সিবল তার ব্যবহার হয়। সিলিং রোজ থেকে লোড (টিউব লাইট, ফ্যান) সংযোগ দেওয়ার জন্যও ফ্লেক্সিবল তার ব্যবহার হয়। এছাড়াও খোলা জায়গায় ওয়্যারিং করার সময় এ ক্যাবল ব্যবহার হয়। প্যানেল বোর্ড হতে মটরে যে কানেকশন দেওয়া হয় সেখানেও ফ্লেক্সিবল তার ব্যবহার হয়। ডেকোরেশন বাতির সংযোগে ফ্লেক্সিবল তার ব্যবহার হয়।

৫.৭ পিভিসি তার ও ক্যাবল: যে তার বা ক্যাবলের উপরে পলিভিনাইল ক্লোরাইড কম্পাউন্ড-এর ইনসুলেশন করা থাকে, তাকে পিভিসি তার বা পিভিসি ক্যাবল বলে। চিত্র ৫.৬-তে ইহার বাহ্যিক গঠন দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৫.৬: (ক) পিভিসি তার (খ) পিভিসি ক্যাবল।

পিভিসি তারের গঠন: পিভিসি তারের গঠন ধারাবাহিকভাবে নিচে দেওয়া হলো।

- ১। পিভিসি তার সাধারণত ২৫০/৪৪০ ভোল্ট গ্রেডে প্রস্তুত করা হয়।
- ২। এ তারে ইনসুলেশন হিসেবে (পলিভিনাইল ক্লোরাইড) কম্পাউন্ড ব্যবহার করা হয়।
- ৩। পরিবাহী হিসেবে তামার অথবা অ্যালুমিনিয়াম তার ব্যবহার হয়ে থাকে।
- ৪। এক বা একাধিক খেই এর সমন্বয়ে তার তৈরি করা হয়। একাধিক খেই পরিবাহীকে নমনীয় করে।

৫। পলিভিনাইল ক্লোরাইড একটি বিশেষ ধরনের নমনীয় প্লাস্টিক। উচ্চ তাপমাত্রায় এ ইনসুলেশন গলে যেতে পারে এবং অতিরিক্ত ঠাণ্ডায় ইনসুলেশন শক্ত হয়ে ভঙ্গুর হয়ে যায়। ইহা পরিবাহীতে সঠিকমাত্রায় ব্যবহার করতে হবে।

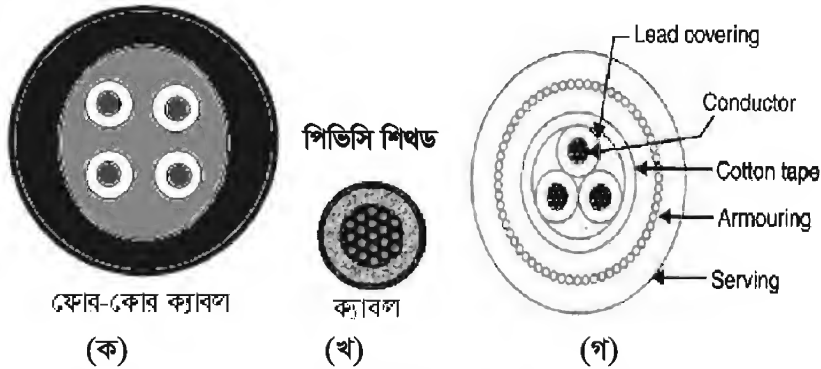
৬। বাতাসের আর্দ্রতাজনিত কোন প্রভাব ইনসুলেশন এর গুণাগুণ নষ্ট করে না।

৭। ইনসুলেশন এর উপর অম্ল বা ক্ষারধর্মী রাসায়নিক দ্রব্যাদির প্রভাব যেন না পড়ে।

৮। পিভিসি ইনসুলেশন উচ্চ তাপ মাত্রায় ও দহনকার্যে সহায়ক নয়। আগুনের সংস্পর্শে জ্বলে, আগুন হতে সরিয়ে নিলে নিভে যায়।

পিভিসি এর পুরা অর্থ হলো পলিভিনাইল ক্লোরাইড। পিভিসি তারে ইনসুলেশন হিসেবে (পলিভিনাইল ক্লোরাইড) কম্পাউন্ড ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে বাংলাদেশে যত রকম বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করা হয় উহার শতকরা ৯০% ভাগ করা হয় এই জাতীয় ক্যাবল এর সাহায্যে। পলিভিনাইল ক্লোরাইড একটি বিশেষ ধরনের নমনীয় প্লাস্টিক জাতীয় পদার্থের তৈরি উন্নতমানের ইনসুলেশন। বাতাসের আর্দ্রতাজনিত কোন প্রভাব ভালো ইনসুলেশন এর গুণাগুণ নষ্ট করে না। যেখানে ধূয়া, তেল, গ্যাসে, রবার জাতীয় ইনসুলেশন নষ্ট হয়ে যাওয়ার সম্ভবনা থাকে, সেখানে পিভিসি জাতীয় আবরণ খুবই উপযোগী। পিভিসি ইনসুলেশন এসিড, এ্যালকালি, পানি, সূর্যের তাপ, মাটির গ্যাস প্রভৃতি ক্ষতিকারক জিনিসের তেজস্ক্রিয় সহ্য করতে সক্ষম। ইনসুলেশন এর উপর অম্ল বা ক্ষারধর্মী রাসায়নিক দ্রব্যাদির প্রভাব নাই। উচ্চ তাপমাত্রায় এ ইনসুলেশন গলে যেতে পারে এবং অতিরিক্ত ঠাণ্ডায় ইনসুলেশন শক্ত হয়ে ভঙ্গুর হয়ে যায়। পিভিসি ইনসুলেশন উচ্চ তাপ মাত্রায় ও দহনকার্যে সহায়ক নয়। আগুনের সংস্পর্শে জ্বলে, আগুন হতে সরিয়ে নিলে নিভে যায়।

এক বা একাধিক খেই এর সমন্বয়ে ক্যাবল তৈরি করা হয়। একাধিক খেই তারকে নমনীয় করে। পিভিসি ক্যাবলে পরিবাহী হিসেবে তামা অথবা অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহার করা হয়। পিভিসি তার সাধারণত ২৫০/৪৪০ ভোল্ট গ্রেডে প্রস্তুত করা হয়। পিভিসি ক্যাবল আবার নিম্নলিখিত কয়েক রকমের হয়ে থাকে।



চিত্র ৫.৭: (ক) ফোর কোর ক্যাবল, (খ) বহু খেই বিশিষ্ট পিভিসি শিখড ক্যাবল ও (গ) আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল। কোরভেদে ক্যাবলের প্রকার: ১। এক কোর গোল ক্যাবল ২। দুই কোর (ক) চেপ্টা ও (খ) গোল ক্যাবল। ৩। তিন কোর গোল ক্যাবল।

ইনসুলেশন ভেদে ক্যাবল বিভিন্ন রকমের হয়:

১। নন-শিখড ক্যাবল: এ ক্যাবলে এক স্তর ইনসুলেশন থাকে।

২। শিখড ক্যাবল: এ রকমের ক্যাবলে দুই স্তর ইনসুলেশন থাকে।

আবার ভূগর্ভস্থ ক্যাবল সর্বদা শিখড় হয়ে থাকে। তবে ক্ষেত্র বিশেষে ইহা যান্ত্রিক আঘাত হতে রক্ষা পাওয়ার জন্য আর্মারিং করা থাকে। আর্মারড হলো পিভিসি তারের ইনসুলেশন, এর চারিদিকের লোহার/ স্টিলের ফিতা/টেপ দিয়ে পৈঁচানো অবস্থায় থাকে।

ভূ-গর্ভস্থ ক্যাবল: ক্যাবলে কোরের ব্যবহার অনুযায়ী ভূগর্ভস্থ ক্যাবলের প্রকারভেদ নিচে দেওয়া হলো।

(ক) এক কোর বিশিষ্ট (খ) দুই কোর বিশিষ্ট ক্যাবল (গ) তিন কোর বিশিষ্ট ক্যাবল (ঘ) চার কোর বিশিষ্ট হয়ে থাকে। ইনসুলেশন ক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য তেল ভর্তি ক্যাবলও পাওয়া যায়।

৫.৮ পিভিসি তার এর ব্যবহার: আমাদের দেশে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এ পিভিসি তার ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। পিভিসি তার সাধারণত ২৫০/৪৪০ ভোল্ট লাইনে ব্যবহার করা হয়। সাধারণত যে সমস্ত কাজে পিভিসি তার ব্যবহার হয় তা হলো-

- ১। বাড়ির ওয়্যারিং এবং কারখানায় বাতির ওয়্যারিং কাজে ব্যবহার করা হয়।
- ২। কন্ডুইট ওয়্যারিং এ সাধারণত এ তার ব্যবহার করা হয়।
- ৩। উচ্চ তাপমাত্রায় এ তার ব্যবহার করা উচিত নয়। ইনসুলেশন নরম হয়ে গলে যেতে পারে।
- ৪। অতিরিক্ত ঠাণ্ডায় পিভিসি তার ব্যবহার করা উচিত নয়। ইনসুলেশন শক্ত হয়ে ভঙ্গুর হয়ে যেতে পারে।
- ৫। অর্দ্রতাপূর্ণ জায়গায় এ তার ব্যবহার করা যায়।
- ৬। অল্প বা ক্ষর জাতীয় পদার্থ যেখানে ওয়্যারিং এ আগুন লাগার সম্ভাবনা থাকে সেখানে ব্যবহার করা যেতে পারে।

পিভিসি ক্যাবল এর ব্যবহার: (১) পিভিসি ক্যাবল বাড়ি-ঘর, কল-কারখানায় ওয়্যারিং-এর কাজে ব্যবহৃত হয়।

(২) যে সকল স্থানে ক্যাবলের উপর ঘষা বা আঘাত লাগার সম্ভাবনা থাকে, সেই সকল স্থানে এই বৈদ্যুতিক তার ব্যবহার করা হয়।

(৩) অর্দ্রতা পূর্ণ স্থানে এবং যে সকল স্থানে রাসায়নিক দ্রব্যাদির প্রভাব থাকে, সেই সকল স্থানে এই ক্যাবল ব্যবহার হয়।

ফ্লেক্সিবল কর্ড: বাজারে সাধারণত ১৪/০.০০৭৬" ও ২৩/০.০০৭৬" এই দুই সাইজের ফ্লেক্সিবল কর্ড পাওয়া যায়। খুব সরু সরু অনেকগুলি তার এক সঙ্গে প্রথমে সুতা দ্বারা জড়িয়ে তার উপরে রবারের ইনসুলেশন জড়ানো থাকে। আজকাল অবশ্য এর চেয়ে সহজ, হালকা অথচ ভাল ইনসুলেশন ওয়ালা তার তৈরি হয় তাতে পিভিসি এর আবরণ থাকে। এই পিভিসি ইনসুলেশন ওয়ালা তারকে আবার প্লাস্টিক ওয়্যারও বলে। এই প্লাস্টিক ওয়্যার এর প্রচলনই বেশি। ফ্লেক্সিবল কর্ড ২টি বা তিনটি আলাদা কোর পরস্পরের সঙ্গে একত্রে পৈঁচিয়ে রাখা হয়। তাতে ঝুলান বাতি, ব্রাকেট, ঝাড় বাতি আর স্থানান্তর যোগ্য পাখা, বাতি প্রভৃতিতে ব্যবহারে খুবই উপযোগী। অনেক সময় ঘরের সৌন্দর্য বজায় রাখার জন্য পিভিসি ইনসুলেশন এর উপর সিল্কের আবরণ থাকে, তাকে ফ্লেক্সিবল সিল্ক কর্ড বলে।

ফ্লেক্সিবল ক্যাবল: ফ্লেক্সিবল ক্যাবল ওয়েল্ডিং করার কাজে, সিনেমা প্রজেকশন মেশিনে, এমনকি হিটার ও বৈদ্যুতিক ইঞ্জিতেও ব্যবহার করা হয়। এই ক্যাবলকে বেশি কারেন্ট বহন করতে হয় বলে মোটা হতে হয়। এই জন্য বহু খেই বিশিষ্ট করে তা নমনীয় করা হয়। ইহাতে বাহ্যিক ইনসুলেশন খুব দৃঢ় অথচ নরম হতে হয় যাতে সহজে নড়াচড়া করতে পারে এবং বাইরের আঘাত হতে রক্ষা পায়।

যে সব স্থানে ফ্লেক্সিবল ক্যাবল ব্যবহার করা হয়।

(১) অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং সিলিং রোজ হতে পেভেন্ট হোল্ডারে এবং সিলিং ফ্যানে সংযোগের জন্যে এই তার ব্যবহৃত হয়।

(২) অনেক সময় অস্থায়ীভাবে বাতি জ্বালানো, প্যাডেস্টাল ফ্যান চালানোর জন্যেও ফ্লেক্সিবল ক্যাবল ব্যবহৃত হয়।

বৈদ্যুতিক পাওয়ার ওভারহেড লাইন বা আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবলের মাধ্যমে পরিবহন ও বিতরণ করা হয়। আন্ডার গ্রাউন্ড লাইনের মাধ্যমে পাওয়ার সরবরাহে ঝড়, লাইটনিং এর প্রভাব মুক্ত এবং রক্ষণাবেক্ষণ খরচ কম, ভোল্টেজ ড্রপ কম হয় ও বৈদ্যুতিক ত্রুটিও কম হয়। উচ্চ ভোল্টেজে বিদ্যুৎ পরিবহন ও বিতরণের জন্য শহর, ঘনবসতি এলাকায় ও উন্নত দেশসমূহে অনেকগুলো সুবিধার জন্য আর্মার ক্যাবল ব্যবহৃত হয়। আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল ব্যবহারে প্রাথমিক খরচ খুব বেশি। তারপরও অধিক নিরাপত্তার জন্য সাব-স্টেশন, হাই ভোল্টেজ সার্ভিস লাইনে আর্মার ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশন, সাব-স্টেশন, বড় বড় কলকারখানায় যান্ত্রিকভাবে মজবুত বিশেষ ধরনের ক্যাবল ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। আর্মারড ক্যাবল বিশেষভাবে তৈরি উচ্চ কারেন্ট বহন ক্ষমতা সম্পন্ন ক্যাবল।

৫.৯ আর্মারড ক্যাবল: যে ক্যাবলের কোরগুলোকে যেকোন যান্ত্রিক আঘাত থেকে রক্ষা করার জন্য ক্যাবল কোরের ভিতরের স্তরের ইনসুলেশন বা বেডিং এর চারিদিকে ইস্পাত পাত বা টেপ দিয়ে আচ্ছাদিত করা থাকে, তাকে আর্মারড ক্যাবল বলে। এ ক্যাবলে এক বা একাধিক কোর থাকে। কোরগুলো তামা বা অ্যালুমিনিয়াম উভয়েরই হয়। আর্মারড ক্যাবল আন্ডার গ্রাউন্ড বা মাটির নিচে দিয়ে টানা বৈদ্যুতিক লাইনে ও সাবস্টেশনে ব্যবহার করা হয়। আর্মারড ক্যাবলের মূল উপাদান চারটি।

১) পরিবাহী বা কন্ডাক্টর, ২) ইনসুলেশন, ৩) পানি নিরোধক আবরণ এবং) প্রোটেকশন বা রক্ষণ।

১) পরিবাহী বা কন্ডাক্টর (Conductor): বিদ্যুৎ তামা বা অ্যালুমিনিয়ামের দ্বারা পরিবাহী কোরগুলো তৈরি করা হয়। সলিড বা পাকানো যে কোন পরিবাহীর ক্ষেত্রেই উহার প্রস্থচ্ছেদ গোলাকার বা অন্য আকৃতির হতে পারে।

২) ইনসুলেশন (Insulation): ক্যাবলে অভ্যন্তরে পরিবাহীগুলো ইনসুলেশন দিয়ে বৈদ্যুতিকভাবে বিচ্ছিন্ন রাখতে তৈলসিক্ত কাগজ, পিভিসি, পলিথিন ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়।

৩) পানি নিরোধক আবরণ: ক্যাবলের যেন পানি ঢুকতে না পারে সে জন্য সীসা, সংকর ধাতু, অ্যালুমিনিয়াম অথবা পিভিসি পানি নিরোধক আবরণ দেওয়া থাকে, যা ৫.৮(ক) নং চিত্রে লিড শিখড হিসেবে চিহ্নিত করা আছে। এর উপরিভাগে ক্যাবলে বেডিং করা থাকে।

৪) রক্ষণ ব্যবস্থা (Protection system): বাহ্যিক আঘাতে ক্যাবলের গায়ে যেন সহজে কোন ক্ষতি হতে না পারে সে জন্য প্রোটেকশন হিসেবে ইস্পাতের পাত বা ফিতার তৈরি আর্মার ব্যবহার করা হয়। প্রোটেকশনের জন্য ক্যাবলের উপর একটি বা প্রয়োজন অনুযায়ী একাধিক আর্মার (Armour) দেওয়া হয়ে থাকে। আর্মারের উপর বিটুমিন মিশ্রিত চটের ফিতা জড়ানো হয়, যাকে সার্ভিং বলে।

৫.১১ আর্মারড ক্যাবল ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা: সাব-স্টেশন, কল-কারখানা, বড় বড় ফ্ল্যাট বাড়িতে আন্ডার গ্রাউন্ড লাইন করতে অধিক নিরাপত্তার জন্য আর্মারড ক্যাবল ব্যবহৃত হয়। আবার কখনও কখনও নিম্নচাপ লাইনের যে সকল স্থানে ওভার হেড লাইন নির্মাণে অসুবিধা হয় সে সকল স্থানে আন্ডার গ্রাউন্ড লাইন বসানো হয়। আন্ডার গ্রাউন্ড বৈদ্যুতিক লাইনে শর্ট সার্কিট জনিত ত্রুটি এড়ানোর জন্য এ ধরনের ক্যাবল এর গুরুত্ব অনেক।

উন্নত বিশ্বে যেখানে একই সঙ্গে একাধিক লাইন যায় বা আরও লাইন সংযুক্ত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে সেখানে ক্যাবল লাইনের অধিকতর নিরাপত্তার জন্য আর্মারড ক্যাবল ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। তারে ইনসুলেশন থ্রেড কিসের উপর নির্ভর করে?
- ২। ক্যাবলে তারের সাইজ কিসের উপর নির্ভর করে?
- ৩। $2 \times 3/0.028$ " সাইজের ক্যাবলের কোরের সংখ্যা কয়টি?
- ৪। ওয়ার গেজ দ্বারা সরাসরি তারের কী পরিমাপ করা হয়?
- ৫। কন্ডাক্টরের সাইজ জানার প্রয়োজনীয়তা কী?
- ৬। পিভিসি তারের সাইজ কিসের উপর নির্ভর করে?
- ৭। পিভিসি তারের উপরে কিসের প্রলেপ দেওয়া হয়?
- ৮। পিভিসি ক্যাবল কোথায় বেশি ব্যবহৃত হয়?
- ৯। ফ্লেক্সিবল ক্যাবলের জন্য উপযুক্ত ইনসুলেশন কিসের?
- ১০। পিভিসি ক্যাবলের তামার তারের উপরে কিসের প্রলেপ দেওয়া হয়?
- ১১। সিটিএস এবং টিআরএস ক্যাবল কোথায় ব্যবহৃত হয় না?
- ১২। ফ্লেক্সিবল কর্ড কোথায় ব্যবহৃত হয়?
- ১৩। ক্যাবল আর্মারড কিসের তৈরী?
- ১৪। আন্ডার গ্রাউন্ডে ক্যাবল বসানোকে কী বলে?
- ১৫। ক্যাবলে আর্মারড কেন ব্যবহার করা হয়?
- ১৬। একই সাইজের ক্যাবলের তুলনায় আর্মারড ক্যাবল দামে বেশি কেন?
- ১৭। আন্ডার গ্রাউন্ড ক্যাবল বসানোর ধাপ কয়টি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ওয়্যার বা তার কী?
- ২। বৈদ্যুতিক তার এবং ক্যাবলের মাধ্যে পার্থক্য কী?
- ৩। ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত কয়েকটি ক্যাবলের নাম লেখ।
- ৪। ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত কয়েকটি তারের নাম লেখ।
- ৫। পিভিসির ওয়্যার বা তার বলতে কী বোঝায়?
- ৬। হাউজ ওয়্যারিং এ যে কয় প্রকার ইনসুলেটেড তার বা ক্যাবল ব্যবহৃত হয় তাদের নাম লেখ।
- ৭। ফ্লেক্সিবল ক্যাবল কোথায় ব্যবহার করা হয়?
- ৮। একটি তিন কোর ক্যাবলের প্রস্থচ্ছেদ ঐক্যে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
- ৯। আর্মারড ক্যাবল বলতে কী বোঝায়?
- ১০। ক্যাবল লেইন কাকে বলে?
- ১১। আর্মারড ক্যাবল ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
- ১২। কীভাবে ক্যাবল লেইন করা হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। পিভিসি ক্যাবল বলতে কী বোঝায়? পিভিসি ক্যাবল এর গঠন সংক্ষিপ্তভাবে বর্ণনা কর।
- ২। ব্যবহারের সুবিধাসহ পিভিসি ক্যাবল এর ব্যবহার আলোচনা কর।
- ৩। চিট্রসহ আর্মারড ক্যাবল এর গঠন বর্ণনা কর।

ষষ্ঠ অধ্যায় বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট Electrical Joint

ইনসুলেশন যুক্ত তারের ইনসুলেশন তুলে নির্দিষ্ট নিয়মে তার এর পঁচানোকে জয়েন্ট বলে। একাধিক খেই বিশিষ্ট ক্যাবলে বা তারের ক্ষেত্রে একে এসপ্লাইস বলে। এ অধ্যায়ে কম কারেন্ট বহন ইনসুলেশন পিভিসি তারের জয়েন্ট, প্রয়োজনীয়তা, প্রকারভেদ ও ব্যবহার সম্পর্কে আলোচনা করা হবে। জয়েন্ট হতে হবে- যান্ত্রিকভাবে মজবুত, যেন টানলে না ছেড়ে এবং সংযোগস্থলে যেন কারেন্ট প্রবাহে বাঁধার সৃষ্টি না হয়।

৬.১ তার জয়েন্ট এর সংজ্ঞা: ইনসুলেশন উঠানো দুইটি আলাদা তারকে একটি নির্দিষ্ট নিয়মে প্যাঁচানোকে তার এর সংযোগ বা জয়েন্ট বলে। অথবা এক বা একাধিক খেই বিশিষ্ট দুইটি তারের সংযোগকে জয়েন্ট বলে। তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি এবং যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামে সংযোগ দিতে তারের জয়েন্ট দিতে হয়।

ভালো জয়েন্ট এর নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্য থাকতে হবে:

- ১। ইহা শক্ত হতে হবে, যেন টানলে সংযোগস্থল খুলে না যায়।
- ২। সংযোগস্থল যেন কারেন্ট প্রবাহে অতিরিক্ত বাধার সৃষ্টি না করে।

৬.২ বৈদ্যুতিক তারে জয়েন্টের প্রয়োজনীয়তা: যে সমস্ত কারণে বৈদ্যুতিক তার বা ক্যাবলে জয়েন্টের প্রয়োজন হয় তা নিচে উল্লেখ করা হলো-

১. জয়েন্ট বসে তার জোড়া লাগানোর জন্য।
২. তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে, তার প্রস্তুতকারী প্রতিষ্ঠান নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের তার তৈরি করে থাকে। ব্যবহারকারীর প্রয়োজন অনুসারে তার কেটে ছোট এবং জয়েন্ট দিয়ে বড় করতে হয়।
৩. বিভিন্ন রকম বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম সুইচ, সকেট সংযোগ করতে তার কেটে জয়েন্ট দিতে হয়।
৪. বৈদ্যুতিক সরঞ্জামে টার্মিনালের কাজে তার জয়েন্ট দিতে হয়।
৫. সংযোগ বিচ্ছিন্ন হয়ে গেলে সে স্থানে জোড়া দিতে হবে।

উল্লিখিত কারণে একজন ইলেকট্রিশিয়ানের বৈদ্যুতিক লাইন নির্মাণ ও মেরামত করতে বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট সম্পর্কে দক্ষতা থাকা আবশ্যিক।

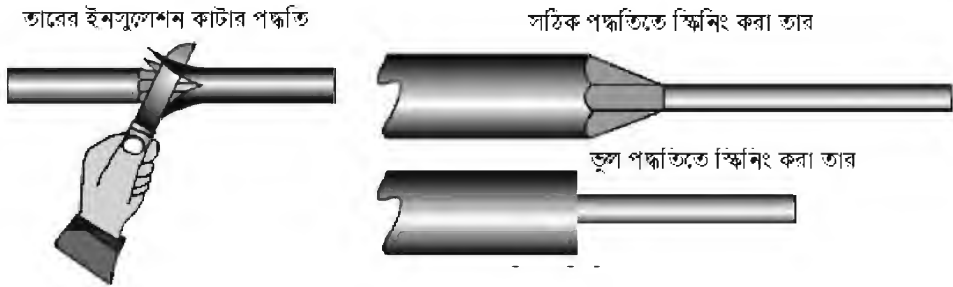
৬.৩ ভালো জয়েন্টের গুণাবলি: বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট নিয়ম মোতাবেক হওয়া আবশ্যিক। এ লক্ষ্যে জয়েন্টের যে সমস্ত গুণাবলি থাকা আবশ্যিক তা হলো-

১. জয়েন্ট যান্ত্রিক ভাবে মজবুত হতে হবে, যেন টানলে সহজে খুলে না যায়।
২. জয়েন্টে কারেন্ট প্রবাহ অতিরিক্ত বাধা যেন না পায়।
৩. জয়েন্টের ধাপসমূহ পর্যায়ক্রমে মেনে জয়েন্ট করতে হবে।
৪. জয়েন্টের স্থান বাহ্যিকভাবে দেখতে যেন সুন্দর হয়।
৫. সংযোগস্থলে কারেন্ট প্রবাহ বাধা প্রাপ্ত হলে গরম হয়ে জয়েন্ট নষ্ট হতে পারে।

৬.৪ বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট করার পদক্ষেপসমূহ: বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে করতে যে পদক্ষেপসমূহ নিতে হয় সেগুলো ধারাবাহিকভাবে নিচে দেওয়া হলো।

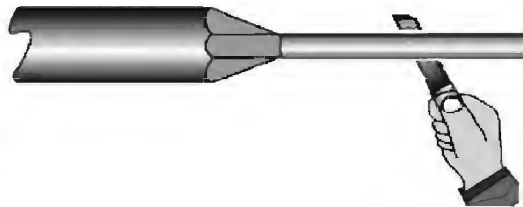
১. তারের ইনসুলেশন ছুরি দিয়ে কেটে ফেলে দেওয়া বা স্কিনিং।
২. তারকে পরিষ্কার করা বা জ্যাপিং।
৩. সংযোগ করা বা টাইয়িং।
৪. ঝালাই করা বা সোল্ডারিং।
৫. ইনসুলেশন ফিতা দিয়ে সংযোগ স্থল মোড়ানো বা টেপিং করা।

বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট বা সংযোগ করার প্রয়োজনীয় পদক্ষেপসমূহ এর বর্ণনা: ১। তারের ইনসুলেশন ছুরি দিয়ে কেটে ফেলে দেওয়াকে বা স্কিনিং বলে। একটি তারকে অন্য তারের সাথে সংযোগ করার উদ্দেশ্যে উভয় তারের ইনসুলেশন ১ ইঞ্চি থেকে $1\frac{1}{2}$ ইঞ্চি বা ২৫মি.মি.-৩০ মি.মি. বা প্রয়োজনীয় পরিমাণ কেটে ফেলতে হবে। যে চাকু দিয়ে তারের ইনসুলেশন কেটে ফেলা হয়, উহার ব্লেড ধারালো হতে হবে। ইনসুলেশন কাটার সময় তারের সাথে ৩৫° হতে ৪৫° কোণে তারের উপর চাকু বসাতে হয়, কখনও খাড়াভাবে ঐ চাকুকে বসিয়ে ইনসুলেশন কাটা উচিত নয়, তাতে তারের খেঁই কেটে যেতে পারে। পদ্ধতিটি ৬.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



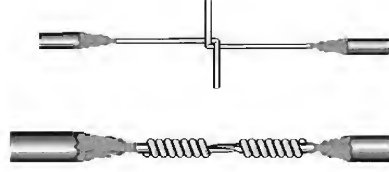
চিত্র ৬.১: পরিবাহী তার স্কিনিং করা।

২। **তারকে পরিষ্কার করা বা জ্যাপিং:** প্রয়োজনীয় পরিমাণ তারের ইনসুলেশন কেটে ফেলে দেওয়ার পর যতটুকু খোলা তার থাকবে, তার উপরে ইলেকট্রিশিয়ান চাকুর ভোতা ব্লেডের সাহায্যে পরিষ্কার করে নিতে হয়। ইহাই জ্যাপিং নামে পরিচিত। পদ্ধতিটি ৬.২ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৬.২: জ্যাপিং করা।

৩। **সংযোগ করা বা টাইয়িং:** দুইটি তারকে একত্রে সংযোগ বা জয়েন্ট দেওয়াকে টাইয়িং বলে। প্রয়োজন অনুসারে জয়েন্ট বিভিন্নভাবে করা হয়। উপরে উল্লিখিত কাজগুলো সুষ্ঠুভাবে শেষ করার পর নির্দিষ্ট নিয়মে প্রয়োজনীয় সংযোগ বা জয়েন্ট করতে হয়। পদ্ধতিটি ৬.৩ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৬.৩: তার সংযোগ বা টাইয়িং করা।

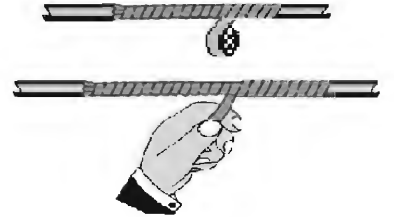
৪। **ঝালাই বা সোল্ডারিং:** নিয়ম মোতাবেক তারের সংযোগ শেষ করে বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থলে সোল্ডারিং বা ঝালাই করতে হয়। সোল্ডারিং এর ফলে তারের জয়েন্ট মজবুত হয় এবং কারেন্ট প্রবাহে বাধা কমে যায়। এ কাজে সোল্ডারিং আয়রন এ সোল্ডার লাগিয়ে নিতে হয়। ঝালাই করার সময় গরম ঝালাই বিটে রজন লাগাতে হবে। ইহা সংযোগকে গরম ও পরিষ্কার ঝালাই লাগাতে সহায়তা করে। ঝালাই যথাযথভাবে সম্পন্ন করতে নিম্নলিখিত কাজগুলো করতে হয়। জয়েন্টের কাজ শেষ হয়ে গেলে ঝালাই করে নিতে হয় ফলে সংযোগস্থল শক্ত হয়। ৬.৪ নং চিত্রে ইহা দেখানো হয়েছে।

১. যেখানে ঝালাই করতে হবে, ঐ জায়গা পরিষ্কার করা।
২. ঝালাই বিট গরম করা।
৩. গরম বিটে ঝালাই এর প্রলেপ লাগানো।
৪. ফ্লাক্স প্রয়োগ করা।
৫. সংযোগস্থলে ঝালাই ও ঐ স্থানে ঝালাই বিট প্রয়োগ করা।



চিত্র ৬.৪: তার এর সংযোগে ঝালাই করা।

৫। **ইনসুলেটিং বা টেপিং:** সংযোগস্থলে শর্ট সার্কিট জনিত দুর্ঘটনা রোধ, মরিচা প্রতিরোধ এবং সৌন্দর্য বাড়াতে টেপিং করা হয়। জয়েন্টের কাজ সম্পূর্ণ করে সংযোগস্থলের খোলা তারে ইনসুলেশন লাগাতে হবে। প্রথমে ইনসুলেটিং রবার টেপ দিয়ে উন্মুক্ত জায়গাটি প্যাঁচাতে হবে, যাতে ইনসুলেশন তারের ইনসুলেশন সমান হয়। পদ্ধতিটি সঠিকভাবে জানতে ৬.৫ নং চিত্রে তা দেখানো হয়েছে।



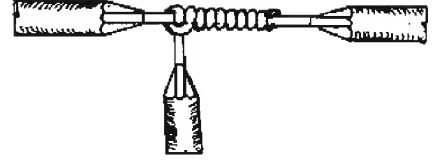
চিত্র ৬.৫: তারের জয়েন্টে টেপিং করা।

৬.৫ **জয়েন্টের শ্রেণিবিভাগ:** ব্যবহারের স্থান অনুযায়ী বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট বিভিন্ন রকমের হয়। নিচে সেগুলো দেওয়া হলো।

১. টি জয়েন্ট বা টেপ জয়েন্ট
২. গাট পড়ানো টি জয়েন্ট
৩. ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট
৪. ডুপ্লেক্স জয়েন্ট
৫. পিগটেইল জয়েন্ট
৬. ডুপ্লেক্স টি জয়েন্ট
৭. ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট
৮. স্প্লাইস জয়েন্ট এবং
৯. ম্যারেড জয়েন্ট।

৬.৬ বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টসমূহের চিত্র: নিচে বিভিন্ন ধরনের তারের জয়েন্টের চিত্র দেওয়া হলো।

টি জয়েন্ট (Tee Joint) বা টেপ জয়েন্ট: এই জয়েন্ট বহুলভাবে ব্যবহৃত হয় এবং অতি সহজে তৈরি করা যায়। এই জয়েন্ট দেখতে ইংরেজি অক্ষর (T) এর মত দেখায় বলে এই ধরনের জয়েন্টকে টি জয়েন্ট বলে। একে আবার টেপ জয়েন্টও বলা হয়। তারের টি (T) জয়েন্টে চিত্র ৬.৬ এ দেখানো হয়েছে।



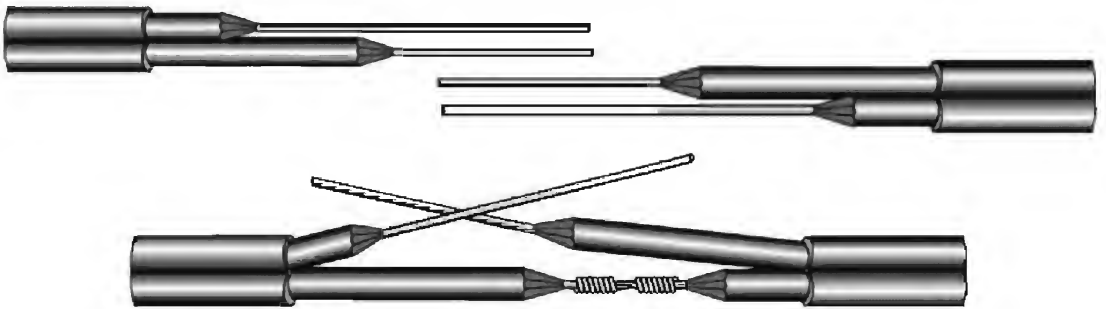
চিত্র ৬.৬: টি জয়েন্ট।

পিগটেইল জয়েন্ট (Pig Tail Joint): সাধারণত যে সকল জায়গায় তারে কোন টান থাকে না সেই সকল জায়গায় পিগটেইল জয়েন্ট করা যায়। দুইটি তারের মধ্যে প্রত্যেকটির প্রান্তদ্বয় থেকে ৩০ থেকে ৩৭ মি.মি. পরিমাণ ইনসুলেশন কেটে ফেলে দিতে হয়। তারপর চাকুর ধারবিহীন পার্শ্ব দিয়ে কিংবা এমারি পেপার দিয়ে ঘষে পরিবাহীর উপরের ময়লা পরিষ্কার করে নিচের চিত্রানুযায়ী পৈঁচিয়ে সংযোগ করতে হবে, এই জয়েন্টের প্যাঁচানো অংশের ২০ মি.মি. পরিমাণ রেখে অগ্রভাগ কেটে ফেলতে হবে, যা ৬.৭ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



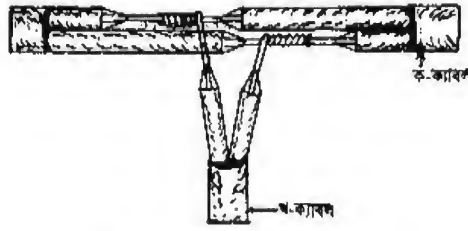
চিত্র ৬.৭: পিগটেইল জয়েন্ট।

ডুপ্লেক্স জয়েন্ট (Duplex Joint): দুই কোর বিশিষ্ট ক্যাবলে এ ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়। জয়েন্টগুলোকে এমনভাবে করতে হয় যেন একটি খোলা জয়েন্টের সাথে অন্য খোলা জয়েন্টের সংযোগ না হয়। টেপিং না করলেও যেন শর্ট সার্কিট হতে না পারে। এজন্য দুই তারের ইনসুলেশন কে চিত্রানুযায়ী এমনভাবে কাটতে হয়, যেন একটি স্কিন শর্ট ও অন্যটি স্কিন লং হয়। প্রথমে উভয় তারের ১০০ মি.মি. করে বাহিরের ইনসুলেশন পরিষ্কার করে প্রতিটি তারের দুইটি কোর চিত্রানুযায়ী যথাক্রমে ৭৫ মি.মি. এবং ৩৮ মি.মি. করে ইনসুলেশন পরিষ্কার করতে হবে। পরবর্তীতে নির্দিষ্ট নিয়মানুযায়ী জয়েন্টের কাজ সম্পন্ন করতে হবে। চিত্র ৬.৮-তে ইহা দেখানো হয়েছে।



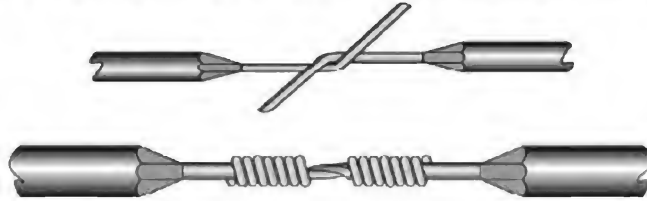
চিত্র ৬.৮: ডুপ্লেক্স জয়েন্ট।

ডুপ্লেক্স 'টি' জয়েন্ট (Duplex Tee Joint): তারের ডুপ্লেক্স টি (T) জয়েন্ট চিত্র ৬.৯-তে দেখানো হয়েছে। দুই কোর ক্যাবলে এ ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়। প্রয়োজনীয় পরিমাণ উভয় ক্যাবলের ইনসুলেশন ফেলে দিতে হয়। তারপর তারকে চাকুর ভোঁতা ব্লেডের সাহায্যে পরিষ্কার করে নিয়ে সুন্দরভাবে 'খ' ক্যাবলের তারকে 'ক' ক্যাবলের তারের সাথে সংযোগ করে এ জয়েন্ট করা হয়। জয়েন্ট করার সময় লক্ষ রাখতে হবে যে, টেপিং না করলেও যেন সরবরাহ চালু রাখলে শর্ট সার্কিট না হয়।



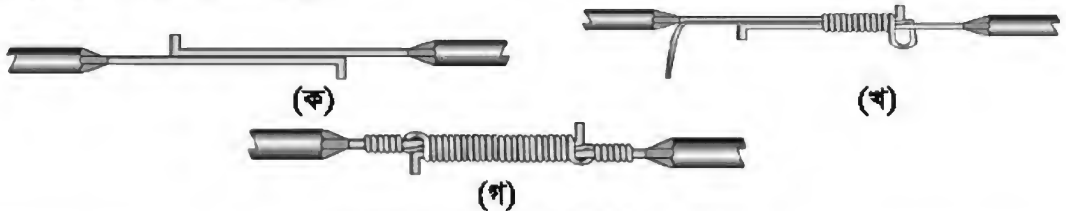
চিত্র ৬.৯: ডুয়েল টি জয়েন্ট।

ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট (Western Union Joint): তারের ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট চিত্র ৬.১০ এ দেখানো হয়েছে। দুইটি তারের মধ্যে প্রত্যেকটির প্রান্তদ্বয় থেকে ৬০ মি. মি. হতে ৭৫ মি.মি. পরিমাণ ইনসুলেশন কেটে ফেলে দিতে হয়। তারপর চাকুর ধারবিহীন পার্শ্ব দিয়ে কিংবা এয়ারি পেশার দিয়ে ঘষে পরিবাহীর উপরের ময়লা পরিষ্কার করে নিতে হয়। অতঃপর চিত্রানুযায়ী পঁচিয়ে সংযোগ করতে হবে।



চিত্র ৬.১০: ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন জয়েন্ট।

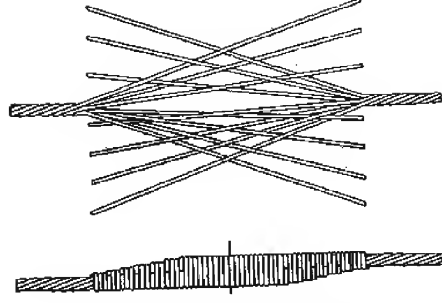
ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট (Britannia Joint): তারের ব্রিটেনিয়া জয়েন্টের চিত্র ৬.১১(গ)-তে দেখানো হয়েছে। অ্যালুমিনিয়াম স্ট্রাণ্ডেড পরিবাহী বা হার্ডড্রন তামার তার জোড়া দেওয়ার সময় ব্রিটেনিয়া জয়েন্টের পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। তবে স্ট্রাণ্ডেড পরিবাহীর চেয়ে সলিড পরিবাহী জোড়া দিতে এর ব্যবহার অধিক। বাইন্ডিং তার ও পরিবাহী তার একই ধাতুর হতে হবে। ওভার হেড লাইনেও ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়। তাছাড়াও ভিতরের বা বাইরের বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর জন্য মোটা তার দিয়ে এই জয়েন্ট করা হয়। দুইটি তারের যে দুইটি সংযোগ দিতে হবে সে দুইটিকে ৭৫ মি.মি. হতে ১০০ মি.মি. ভালোভাবে পরিষ্কার করে উভয়ের প্রান্ত দুইটি সমকোণে বাঁকাতে হবে। ফলে তার সহজে খুলে আসতে পারে না। অতঃপর এক প্রান্ত অন্য প্রান্তের উপর চাপিয়ে বসানো হয়।



চিত্র ৬.১১: ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট।

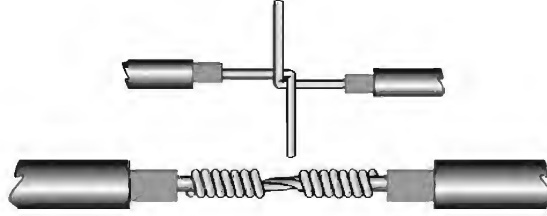
এরপর বাইন্ডিং তার দিয়ে পরস্পরের সাথে সংযোগ করে দিতে হবে। জোড়ার ঠিক মধ্যখানে বাইন্ডিং তারকে রেখে খুব শক্তভাবে তারকে বাঁধতে হয় বা (খ) চিত্রে দেখানো হয়েছে। জোড়া যাতে সহজে টিলা হতে না পারে তার জন্যে লাইন পরিবাহীর সঙ্গে আরও কিছু অংশ জড়িয়ে রাখা উচিত।

ম্যারেড জয়েন্ট (Married Joint) কেবল মাত্র রশ্মু তারকে শক্তভাবে জয়েন্ট দিতে নিচের চিত্রানুযায়ী এ জয়েন্ট দিতে হয়। প্রত্যেকটি খেই ভালোভাবে পরিষ্কার করে এ জয়েন্ট দিতে হবে, তা না হলে জয়েন্টে রেজিস্ট্যান্স বেড়ে যাবে। পরিবাহী লাইনের অ্যালুমিনিয়াম তারে এ ধরনের জয়েন্ট দেওয়া হয়।



চিত্র ৬.১২: ম্যারেড জয়েন্ট।

বেল হ্যাঙ্গার জয়েন্ট: ৬.১৩ নং চিত্রে বেল হ্যাঙ্গার সংযোগের চিত্র দেখানো হয়েছে। লাইনে যদি দুইটি সলিড পরিবাহী থাকে তবে সংযোগ করার সময় এই জয়েন্ট করা হয়। দুইটি পরিবাহী ভালোভাবে পরিষ্কার করে নিয়ে একটি তারের এক প্রান্তকে অন্য তারের এক প্রান্তের উপর চাপিয়ে বসাতে হয়। এর পর এক প্রান্ত অন্য পরিবাহীর উপর চিত্রের ন্যায় সংযোগ করা হয়। পরে আবার দ্বিতীয় পরিবাহীর উপর ঘন ঘন করে কয়েকটি প্যাঁচ দিয়ে কাজ শেষ করা হয়।



চিত্র ৬.১৩: বেল হ্যাঙ্গার জয়েন্ট।

৬.৭ জয়েন্টের ব্যবহার: বিভিন্ন প্রকার জয়েন্টের ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হলো-

১. পিগটেইল জয়েন্ট : জয়েন্ট স্থলে টান না থাকলে এ ধরনের জয়েন্ট ব্যবহৃত হয়। জাংশন বক্স, সুইচ ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়।
২. বেল হ্যাঙ্গার জয়েন্ট : যেখানে অতিরিক্ত টান নেই সেখানে এই ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।
৩. ওয়েস্টার্ন ইউনিয়ন : যেখানে সংযোগস্থলের তারে কিছুটা টান পড়ে সেখানে এই জয়েন্ট ব্যবহার হয়।
৪. ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট : ওভার হেড লাইন অপেক্ষা কৃত মোটা তারের জন্য যে সব জায়গায় পর্যাপ্ত টান সহ্য করার দরকার হয়, সে সব স্থানে এ ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়।
৫. ডুপ্লেক্স জয়েন্ট : দুই কোর বিশিষ্ট দুইটি ক্যাবলের জয়েন্টে এই ধরনের সংযোগ ব্যবহার হয়। সংযোগস্থলে ট্যাপিং করার প্রয়োজন হলে ডুপ্লেক্স টি জয়েন্ট করা হয়।
৬. ম্যারিড জয়েন্ট : বহু খেঁই বিশিষ্ট তারে এই ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার হয়।
৭. স্প্লাইস জয়েন্ট : ওভার হেড লাইনে দুইটি সলিড কন্ডাক্টরের জয়েন্ট দিতে এ ধরনের জয়েন্ট উপযোগী।
৮. টি জয়েন্ট: লাইন ট্যাপিং এর ক্ষেত্রে 'টি' জয়েন্ট করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। জয়েন্টের তারের ইনসুলেশন কেটে ফেলে দেওয়াকে কী বলে?
- ২। ঝালাইয়ে ফ্লাক্স এর কাজ কী?
- ৩। ডুপ্লেক্স জয়েন্ট কোথায় ব্যবহার করা হয়?
- ৪। বহু খেই বিশিষ্ট তারে কোন ধরনের জয়েন্ট ব্যবহার করা হয়?
- ৫। দুইকোর বিশিষ্ট তারে কোন ধরনের সংযোগ করা হয়?
- ৬। চাকুর ভোঁতা অংশ দিয়ে যে কাজ করা হয় তাকে কী বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। তারের জয়েন্ট কী?
- ২। বৈদ্যুতিক তারে জয়েন্টের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
- ৩। ভালো জয়েন্টের গুণাবলি উল্লেখ কর।
- ৪। জয়েন্টের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।
- ৫। পিগটেইল জয়েন্ট এর চিত্র অঙ্কন কর।
- ৬। ভালো জয়েন্ট এর বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। তারের জয়েন্ট করার পদক্ষেপ ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর।

সপ্তম অধ্যায়

বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট সোল্ডারিং ও টেপিং

Electric Joint Soldering and taping of a conductor

তার ও ক্যাবলের সংযোগস্থলে কারেন্ট যেন বিনা বাধায় প্রবাহিত হয় এবং টানসহন ক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য সোল্ডারিং করা হয়। ভালো সোল্ডার ব্যবহার করে, অবশ্যই এর নিয়ম নীতি ও শর্তপূরণ করে ঝালাই করা উচিত। অন্যথায় ঝালাইয়ে ত্রুটি থেকে যেতে পারে। আলোচ্য অধ্যায়ে বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্ট এর গুরুত্ব, প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ, সোল্ডারের উপাদান, সংযোগস্থল মজবুত ও কারেন্ট প্রবাহ বাধামুক্ত করতে সোল্ডারিং এর প্রয়োজনীয়তা ইত্যাদি সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

৭.১ সোল্ডারিং এর সংজ্ঞা: তার বা ক্যাবল কন্ডাকটরের মধ্যে যান্ত্রিকভাবে সংযোগ দেওয়ার পর সোল্ডার ও রজনের মাধ্যমে সংযোগস্থল মজবুত, জয়েন্টের স্থায়ীত্ব বৃদ্ধি ও কারেন্ট বাধামুক্ত করতে সংকর ধাতুর যে প্রলেপ দেওয়া হয়, তাকে সোল্ডারিং বা ঝালাই বলে। আগের অধ্যায়ের ৬.৪ নং চিত্রে ইহা দেখানো হয়েছে।

৭.২ সোল্ডারিং করার প্রয়োজনীয়তা: বৈদ্যুতিক তার অথবা ধাতুর সংযোগস্থল/জয়েন্ট কে শক্ত, মজবুত, স্থায়ীত্ব বৃদ্ধি করার জন্য এবং তারের নিরবচ্ছিন্নতা অর্জন এবং প্রকৃতির বা অন্য কোন অপ্রত্যাশিত কারণে ক্ষয়কারক প্রক্রিয়া হতে বিরত রাখার জন্য সোল্ডারিং এর প্রয়োজনীয়তা আছে। সোল্ডারিং দুই প্রকার। যথা- (ক) সফট সোল্ডার (খ) হার্ড সোল্ডার বা ব্রেজিং সোল্ডার। টিন ও লিডের সংমিশ্রণে যে সোল্ডারিং করা হয় তাকে, সফট সোল্ডারিং বলে। 180° ডিগ্রি সে: প্রে: হতে 250° ডিগ্রি সে: প্রে: তাপমাত্রায় যে সোল্ডারিং করা হয়, তাকে হার্ড বা ব্রেজিং সোল্ডারিং বলে। যেমন- পুরাতন ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ করার জন্য ব্রেজিং সোল্ডারিং করা হয়। নিম্নলিখিত কারণে পরিবাহী তারের সংযোগ স্থল সোল্ডারিং করা হয়।

১. বৈদ্যুতিক তারের সংযোগ স্থল যান্ত্রিকভাবে মজবুত স্থায়ীত্ব বৃদ্ধি করার জন্য।
২. জয়েন্টের স্থান ক্ষয়প্রাপ্ত না হয় সে জন্য।
৩. সংযোগস্থলে রোধ যেন বৃদ্ধি না পায় এবং নিরবচ্ছিন্নতা বৃদ্ধি পায়।

৭.৩ সোল্ডারিং করার বিভিন্ন পদ্ধতি: সোল্ডারিং করার বিভিন্ন পদ্ধতি বিদ্যমান। এগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো-

১. সোল্ডারিং আয়রনের সাহায্যে সোল্ডারিং।
২. জ্বলন্ত শিখার সাহায্যে সোল্ডারিং।
৩. ডিপ সোল্ডারিং।
৪. রেজিস্ট্যান্স সোল্ডারিং।
৫. ইন্ডাকশন সোল্ডারিং।
৬. মেকানাইজড সোল্ডারিং।
৭. ফার্নেস সোল্ডারিং

উল্লিখিত পদ্ধতিগুলোর মধ্যে সোল্ডারিং আয়রনের সাহায্যে সোল্ডারিং করার পদ্ধতিটি বহুলভাবে ব্যবহৃত হয়।

৭.৪ সোল্ডার এর শ্রেণিবিভাগ: বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত সোল্ডার বিভিন্ন আকৃতিতে পাওয়া যায়। যথা-ওয়্যার, রড, ফয়েল স্ট্রিপ, পাউডার, পেলেট, সোল্ডার টিন ও সিসার মিশ্রণ। তবে বৈদ্যুতিক কাজে বেশি ব্যবহৃত হয় যে মিশ্রণ তাতে ৬০% টিন ৪০% লীড থাকে। এগুলো বিভিন্ন আনুপাতিক হারে মিশ্রিত করে বাজারে বিভিন্ন নামে পাওয়া যায়।

ক) ওয়্যার সোল্ডার খ) রড সোল্ডার গ) ফয়েল সোল্ডার ঘ) স্ট্রিপ সোল্ডার ঙ) পাউডার সোল্ডার চ) পেলেট সোল্ডার ছ) কোরড সোল্ডার। ফ্লাক্স পূর্ণ এক বা একাধিক নালীবিশিষ্ট ওয়্যার সোল্ডারকে কোরড সোল্ডার, ফ্লাক্সবিহীন ওয়্যারকে সোল্ডারিং ওয়্যার বলে।

৭.৫ সোল্ডারের টিন ও লিডের অনুপাত: সোল্ডারের প্রধান উপাদান টিন ও লিড। এটি বিভিন্ন আনুপাতিক হারে পাওয়া যায়। তবে বৈদ্যুতিক কাজে ব্যবহৃত সোল্ডারের টিন ও লিডের অনুপাত যথাক্রমে ৬০% এবং ৪০%।

৭.৬ ফ্লাক্স বা রজন ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা: ফ্লাক্স এমন একটি দ্রব্য, যা সোল্ডারিং করার সময় ব্যবহৃত হয়। নিম্নলিখিত কারণে ফ্লাক্স বা রজন ব্যবহারের গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

১. সোল্ডারিং করার সময় যাতে জয়েন্টের উপর অক্সাইড না পড়তে পারে, সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে। অক্সাইড প্রতিরোধক হিসেবে এ ফ্লাক্স ব্যবহার করা হয়।
২. ধাতুর উপর সহজে সোল্ডার লাগানোর জন্য ফ্লাক্স ব্যবহার করতে হয়।
৩. ধাতুর উপর যাতে পুনরায় অক্সাইড না পড়তে পারে, সে কারণেও ফ্লাক্স ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

৭.৭ সোল্ডারিং করার পদক্ষেপসমূহ: তারের সংযোগস্থল মজবুত করতে ভালো সোল্ডারিং করা প্রয়োজন। ভালো সোল্ডারিং এর জন্য নিচের পদক্ষেপগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হয়।

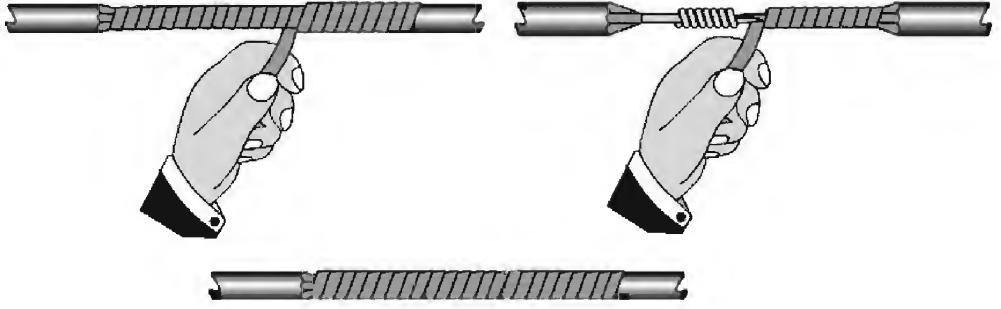
১. সংযোগস্থল ভালো করে পরিষ্কার করতে হবে।
২. সোল্ডারিং আয়রনের সঠিক মাত্রায় গরম করা।
সোল্ডারিং আয়রনের বিট ফাইল, ওয়্যার ব্রাশ দ্বারা, স্পঞ্জ করে পরিষ্কার করা।
৩. সোল্ডারিং আয়রনের বিটে সোল্ডারের প্রলেপ দিতে হবে।
৪. সংযোগস্থলে উত্তপ্ত বিট প্রয়োগ করতে হবে।
৫. গরম সংযোগস্থলে ফ্লাক্স প্রয়োগ করতে হবে।

৭.৮ সঠিক সোল্ডারিং এর প্রয়োজনীয় শর্তসমূহ: সোল্ডারিং ভালো করতে যে শর্তগুলো মানতে হয় সেগুলো হলো-

১. ভালো সোল্ডারিং এর জন্য জয়েন্টের স্থান পরিষ্কার হওয়া খুব দরকার।
২. সোল্ডারিং আয়রনের বিটে সঠিক তাপ।
৩. পরিষ্কার সোল্ডারিং বিট।
৪. ভালো ফ্লাক্স ও সোল্ডার ব্যবহার করতে হবে।
৫. সঠিক পরিমাণে ফ্লাক্স ও সোল্ডার ব্যবহার করতে হবে।

বৈদ্যুতিক কাজের প্রয়োজনে তারের জয়েন্ট দিতে হয়। এ জয়েন্টের স্থান নিরাপদ করতে ইনসুলেটিং টেপ দিয়ে তা মুড়ে দিতে হয়; যা টেপিং নামে পরিচিত। এ অধ্যায় পাঠে কীভাবে ইহা করতে হয় এবং এর প্রয়োজনীয়তা জানা যাবে।

৭.৯ টেপিং এর সংজ্ঞা: বৈদ্যুতিক তারের জয়েন্টের স্থান অপরিবাহী পদার্থ বা ইনসুলেটিং টেপ দিয়ে নিয়মতান্ত্রিকভাবে মোড়ানোকে টেপিং বলে। জয়েন্ট এর স্থানে কারেন্ট যেন লিক করতে না পারে, বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিট না হয়, বৈদ্যুতিক শক না লাগে এবং সংযোগস্থল দেখতে ভালো লাগার জন্য টেপিং করা হয়।



চিত্র ৭.১: তারের জয়েন্ট টেপিং করা।

৭.১০ টেপিং এর প্রয়োজনীয়তা: বৈদ্যুতিক কারেন্ট বহনের লক্ষ্যে যে পরিবাহী ব্যবহার করা হয় সে পরিবাহীতে বিভিন্ন কারণে জয়েন্ট দেওয়ার প্রয়োজন হয়, যা অষ্টম অধ্যায়ে ব্যাপকভাবে আলোচনা করা হয়েছে। সংযোগস্থল টেপিং না করে কাজ করার সময় বৈদ্যুতিক শক থেকে মানুষ মারা পর্যন্ত যেতে পারে। তাই টেপিং এর যে প্রয়োজনীয়তা রয়েছে নিচের বিষয়গুলো থেকে তা সহজেই জানা যাবে।

- ১) শর্ট সার্কিট কিংবা অন্য কোন দুর্ঘটনা থেকে রক্ষার জন্য।
- ২) সংযোগ স্থলকে অক্সাইড মুক্ত রাখতে।
- ৩) সংযোগস্থলের ক্ষয় রোধ করতে।
- ৪) ওয়্যারিং সার্কিটকে নিরাপদ করতে।
- ৫) ব্যবহারকারীর নিরাপত্তা বিধানের জন্য।
- ৬) সংযোগস্থল দেখতে ভালো লাগার জন্য টেপিং এর গুরুত্ব অনেক।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সোল্ডারের টিন-লিডের অনুপাত কত?
- ২। তারের জয়েন্ট সোল্ডারিং করার প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৩। তারের জয়েন্টে সোল্ডারিং করার উদ্দেশ্য কী?
- ৪। সোল্ডার কত প্রকার ও কী কী?
- ৫। খুব বেশি তাপমাত্রায় কোন ধরনের সোল্ডারিং করা হয়?
- ৬। ফ্লাক্স কেন ব্যবহার করা হয়?
- ৭। সংযোগস্থলে অক্সাইড প্রতিরোধক হিসেবে কী ব্যবহার করা হয়?
- ৮। টেপিং কী?
- ৯। কী দিয়ে টেপিং করা হয়?
- ১০। তারের জয়েন্টে সোল্ডারিং শেষে কোন কাজ করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সোল্ডারিং বলতে কী বোঝায়?
- ২। সোল্ডারিং করতে ফ্লাক্স ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৩। ভালো সোল্ডারিং এর প্রয়োজনীয় শর্ত উল্লেখ কর।
- ৪। সোল্ডারিং করার প্রয়োজনীয়তা লেখ বা সোল্ডারিং কেন করা হয়?
- ৫। তারের জয়েন্টে কেন টেপিং করা হয়?
- ৬। টেপিং এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সোল্ডারিং করার পদক্ষেপসমূহ বর্ণনা কর।

অষ্টম অধ্যায়

তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড

Current Carrying Capacity and Voltage Grade of a Wire

বিদ্যুৎ সরবরাহ নিরাপদ করার জন্য ওয়্যারিং কাজে সঠিক মানের তার বা ক্যাবল ব্যবহার করা প্রয়োজন। পরিবাহীর সাইজ, ইনসুলেশন, ওয়্যারিং খরচ সবকিছু বিবেচনা করে পরিবাহী তার/ক্যাবল নির্ধারণ করা হয়। বৈদ্যুতিক তার যে পরিমাণ ভোল্টেজ ও যে পরিমাণ কারেন্ট নিরাপদে বহন করতে পারে সেটাই তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড। আলোচ্য অধ্যায় পাঠে তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড বিষয়ে জানা যাবে।

৮.১ তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা: পরিবাহী তারের মধ্য দিয়া সর্বোচ্চ যত পরিমাণ বৈদ্যুতিক কারেন্ট অনুমোদিত ভোল্টেজ ড্রপ সাপেক্ষে নিরাপদে প্রবাহিত হতে পারে, তাকে ঐ পরিবাহী তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা বলে। পরিবাহীর মধ্য দিয়া কারেন্ট প্রবাহে উৎপন্ন তাপ দিয়ে ঐ পরিবাহী বা উহার ইনসুলেশনের কোন ক্ষতি হওয়া যাবে না। একই ধরনের পরিবাহীর ক্ষেত্রে সর্ব তারের চেয়ে মোটা তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা বেশি।

কোন পরিবাহীর কারেন্ট বহন ক্ষমতা ১০ অ্যাম্পিয়ার বলতে বোঝায় ঐ পরিবাহী দিয়ে সর্বোচ্চ ১০ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট, পরিবাহীর কোন ক্ষতি ছাড়াই নিরাপদে প্রবাহিত হতে পারে।

৮.২ তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা যে বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে: তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে সেগুলো হলো-

- (ক) পরিবাহী তারের সাইজ বা ব্যাসের উপর। ব্যাস যত বেশি হবে কারেন্ট বহন ক্ষমতা তত বাড়বে।
- (খ) পরিবাহী তারের উপাদানের উপর। পরিবাহী তারের রোধ যত কম হবে কারেন্ট বহন ক্ষমতা তত বেশি হবে। একই সাইজের অ্যালুমিনিয়ামের চেয়ে তামার রোধ কম হয় এবং তামার তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা (প্রায় ৪১%) বেশি। কিন্তু সমপরিমাণ বিদ্যুৎ পরিবহনের ক্ষেত্রে তামার চেয়ে অ্যালুমিনিয়ামের সাইজ মোটা হলেও ওজনে কম এবং সহজলভ্য। তাই একই সার্কিটে একই কারেন্ট বহনে তামার তারের পরিবর্তে অ্যালুমিনিয়াম তার ব্যবহার করলে খরচ অনেক কম হয়।
- (গ) পরিবাহী গঠন এর উপর কারেন্ট বহন ক্ষমতা নির্ভর করে। একই সাইজের সলিড বা নিরেট তারের চেয়ে গুচ্ছ তার/বাউল তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা প্রায় ১৮% বেশি।
- (ঘ) তারের সর্বোচ্চ অনুমোদিত ভোল্টেজ ড্রপ ৫% পর্যন্ত বিবেচনা করতে হবে। লোড কারেন্ট বহনে সক্ষম কিন্তু ভোল্টেজ ঘাটতি বেশি হলে তারের সাইজ বাড়াতে হবে।
- (ঙ) শিখ/ইনসুলেশনের উপর তারের ভোল্টেজ সহ্য করার ক্ষমতা নির্ভর করে। ইনসুলেশন ভালো হলে তার গরম কম হয়। ফলে বেশি কারেন্ট বহনে সক্ষম হয়।

- (চ) পরিবাহীর কারেন্ট বহন ক্ষমতা পারিপার্শ্বিক তাপমাত্রার উপর। ঠাণ্ডা তাপমাত্রায় পরিবাহী বেশি কারেন্ট বহনে সক্ষম।
- (ছ) চ্যানেল বা কন্ডুইটের মধ্য দিয়া এক সাথে অনেক তার টেনে রাখলে তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা ২% থেকে ৪% কম হয়।

৮.৩ তারের ভোল্টেজ গ্রেড: ইনসুলেশনযুক্ত পরিবাহীর ইনসুলেশন সর্বোচ্চ যত ভোল্ট তড়িৎচাপ/ভোল্টেজ নিরাপদে বহনে সক্ষম সেই তড়িৎ চাপকেই ঐ পরিবাহীর ভোল্টেজ গ্রেড বলা হয়। বাসা বাড়িতে ব্যবহৃত তারের ভোল্টেজ গ্রেড ২৫০ ভোল্ট/৪৪০ ভোল্ট গ্রেড এবং শিল্প কলকারখানায় ব্যবহৃত তারের ভোল্টেজ গ্রেড ৬৫০ ভোল্ট/১১০০ ভোল্ট গ্রেড।

৮.৪ তারের ভোল্টেজ গ্রেড এর গুরুত্ব: বৈদ্যুতিক লাইনে ইনসুলেশন যুক্ত পরিবাহী তার ব্যবহারের ক্ষেত্রে তারের ভোল্টেজ গ্রেড খুব গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। তারের ভোল্টেজ গ্রেড প্রয়োজনের তুলনায় কম হলে, ইনসুলেশন ব্রেক ডাউন জনিত কারণে শর্ট সার্কিটের মত মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। তাছাড়া লিকেজ কারেন্ট বৃদ্ধি পাবে যা এনার্জি অপচয় ঘটাবে এবং ওয়্যারিং তাড়াতাড়ি নষ্ট হবে। অতিরিক্ত লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হলে ইনসুলেশন গরম হয়ে আগুন লেগে বড় ধরনের দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা এড়াতে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ গ্রেডের তারের ব্যবহার করা দরকার। অতএব, বিষয়গুলো বিবেচনা করে নির্দিষ্ট গ্রেডের তার ব্যবহারে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করার গুরুত্ব অপরিসীম।

বাজারে বিভিন্ন ভোল্টেজ গ্রেড (৪০০ভোল্ট, ৫০০ ভোল্ট, ৬৫০ ভোল্ট, ৭৫০ ভোল্ট, ১১০০ ভোল্ট) এর পরিবাহী তার পাওয়া যায়। তারের ভোল্টেজ গ্রেড বাড়লে ইনসুলেশন খরচ বাড়ে; ফলে তারের দাম বৃদ্ধি পায়।

ফ্লেক্সিবল তারের সাইজ : সাধারণত যে তারকে সহজে বাঁকানো যায়, তাকে ফ্লেক্সিবল তার বলে। এই তার বহু খেঁই বিশিষ্ট বলে নমনীয় হয়। ইনসুলেশন খুব মজবুত এবং নমনীয় হতে হয়। বহনযোগ্য বা স্থানান্তর যোগ্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের জন্য, সিলিংরোজ থেকে লোড কানেকশনের জন্য নরম পিভিসি ইনসুলেশন যুক্ত খুব সরু অধিক সংখ্যক খেঁইয়ের যে তার ব্যবহার হয়, তাকেই ফ্লেক্সিবল তার বলে। ফ্লেক্সিবল তারের সাইজ সাধারণত ৭ খেঁই, ১৪ খেঁই, ২৩ খেঁই, ৪০ খেঁই ইত্যাদি রকম হয়ে থাকে।

ফ্লেক্সিবল তারের ব্যবহার: ফ্লেক্সিবল তার নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। বহনযোগ্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম, যেমন- ১। বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি, ২। টেবিল ফ্যান, ৩। প্যাডেস্টাল ফ্যান ইত্যাদিতে ব্যবহার হয়।

তা ছাড়া সিলিংরোজ থেকে ফ্যান, টিউব লাইট, ঝুলানো বাতি সংযোগের জন্য ফ্লেক্সিবল তার ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। তার মোটা হলে কারেন্ট বহন ক্ষমতা বাড়ে না কমে?
- ২। তারে খেই থাকলে কারেন্ট বহন ক্ষমতা বাড়ে না কমে?
- ৩। তারের ভোল্টেজ গ্রেড কিসের উপর নির্ভর করে?
- ৪। প্রয়োজনের তুলনায় তারের সাইজ সরু হলে কী হতে পারে?
- ৫। যে তার সহজে বাঁকানো যায় তাকে কী বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা বলতে কী বোঝায়?
- ২। তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?
- ৩। তারের ভোল্টেজ গ্রেড বলতে কী বোঝায়?
- ৪। ফ্লেক্সিবল তারের ব্যবহার উল্লেখ কর।
- ৫। পরিবাহী তারের সাইজ নির্ধারণে কোন কোন বিষয় বিবেচনা করতে হয়?
- ৬। তারের ভোল্টেজ গ্রেড খুব গুরুত্বপূর্ণ কেন?

নবম অধ্যায়

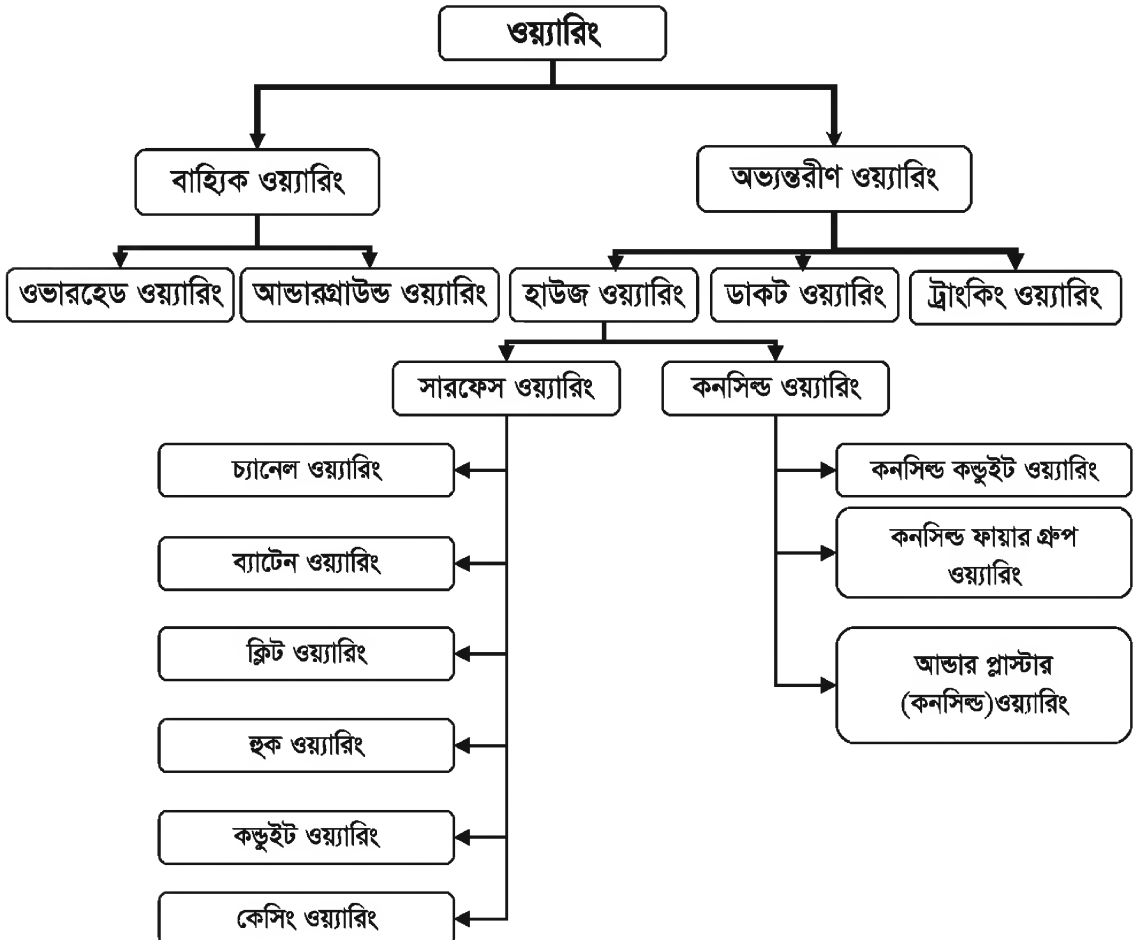
বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং

Electrical Wiring

বিদ্যুৎ স্থানান্তর ও সঠিকভাবে লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য নিরাপত্তা, স্থায়ীত্বতা, সৌন্দর্য, প্রয়োজনীয়তা, খরচ ইত্যাদি বিষয় বিবেচনা করে ওয়্যারিং টাইপ বা ধরন নির্ধারণ করা হয়। আলোচ্য অধ্যায়ে ওয়্যারিং এর ধারণা, প্রকার, ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত মালামাল ও যন্ত্রপাতি বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

৯.১ বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর সংজ্ঞা: ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী বৈদ্যুতিক বিধি অনুযায়ী বৈদ্যুতিক লোডসমূহকে সাপ্লাইয়ের সাথে সঠিক পদ্ধতিতে সংযোগ করাকেই বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং বা বৈদ্যুতিকরণ (Electrification) বলে। লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্যই ওয়্যারিং করা হয়। সঠিকভাবে সংযোগের জন্য লোডের সাথে উপযুক্ত রক্ষণ যন্ত্র (যেমন ফিউজ) নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র (যেমন সুইচ) সহ আনুষঙ্গিক অন্যান্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম সংযোগ করা হয়।

৯.২ বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর শ্রেণিবিভাগ: ওয়্যারিং এর শ্রেণিবিভাগ ছক আকারে নিচে দেওয়া হলো।



৯.৩ ব্যবহারের স্থান ও প্রকার অনুযায়ী ওয়্যারিং নির্বাচন: কোন বিশেষ ইনস্টলেশন বা ইনস্টলেশনের অংশের জন্য ওয়্যারিং পদ্ধতি নির্ধারণ করার জন্য নিম্নলিখিত বিষয়গুলো বিবেচনা করতে হয়।

১. ব্যয়যোগ্য অর্থের পরিমাণ
২. সময়
৩. নিরাপত্তা
৪. গৃহীত লোডের পরিমাণ
৫. সরবরাহযোগ্য ভোল্টেজ
৬. বিল্ডিং এর শ্রেণিবিভাগ
৭. বিল্ডিং এর পরিবর্তন এবং পরিবর্ধন
৮. কত সময় ধরে ওয়্যারিং স্থাপনের কাজটি চলবে
৯. বিল্ডিং এ বসবাসকারীগণ কত ঘন ঘন পরিবর্তন হয়।

উপরোক্ত বিষয়গুলো মনে রেখে বিভিন্ন প্রকারের ওয়্যারিং পদ্ধতি নিচের বর্ণনানুযায়ী ব্যবহার করা যেতে পারে।

ক্লিট ওয়্যারিং: ইহা অপেক্ষাকৃত কম খরচে এবং সহজে করা যায়। সচরাচর পিভিসি বা ভিআইআর এর ক্যাবলের সাহায্যে সাময়িক কাজে এই ওয়্যারিং ব্যবহার করা হয়। এর বাহিরের দৃশ্য খুব পরিষ্কার নহে এবং স্যাতস্যাতে স্থানে ব্যবহার করা উচিত নয়। যেখানে লাইন ভোল্টেজ ৪৪০ ভোল্ট বা কম সেখানে এই ওয়্যারিং পদ্ধতি ব্যবহার করা যায়।

কেসিং ওয়্যারিং: ২৫০ ভোল্টের বেশি ভোল্টেজের জন্য এবং স্যাতস্যাতে জায়গায় এই ওয়্যারিং পদ্ধতি ব্যবহার করা উচিত নয়। এই পদ্ধতিতে ভি আই আর অথবা পিভিসি ক্যাবল ব্যবহার করা হয়।

সরাসরি প্লাস্টারের ভিতরে শুধু পিভিসি শিখড় ক্যাবল ভিতরে স্থাপন করা যায়। এই পদ্ধতিতে শুধু ২৫০ ভোল্টেজের জন্য ব্যবহার করা যায়।

ব্যাটেন ওয়্যারিং (টিআরএস বা পিভিসি সিথেড ওয়্যারিং): কম ভোল্টেজের সাধারণ বাসা-বাড়িতে ব্যাটেন ওয়্যারিং করা হয়। চ্যানেল ওয়্যারিং এর আগে বাংলাদেশের প্রায় ৬০% ওয়্যারিং-ই ব্যাটেন ওয়্যারিং করা হত। রাওয়াল প্লাগ দেয়ালে বসিয়ে ব্যাটেন আটকিয়ে লিঙ্ক ক্লিপ বসিয়ে সম্ভায় এবং সহজেই এ ওয়্যারিং করা যায়। অর্থাৎ কম ব্যয়ে ইহা করা যায়। বর্তমানে এ ওয়্যারিং আর তেমন ব্যবহার হয় না। এর পরিবর্তে চ্যানেল ওয়্যারিং করা হয়।

চ্যানেল ওয়্যারিং: কম ভোল্টেজের সাধারণ বাসা-বাড়িতে এ ধরনের ওয়্যারিং করা হয়। বাংলাদেশের সাধারণ বাসা-বাড়ির প্রায় ৫০% ওয়্যারিং-ই চ্যানেল ওয়্যারিং।

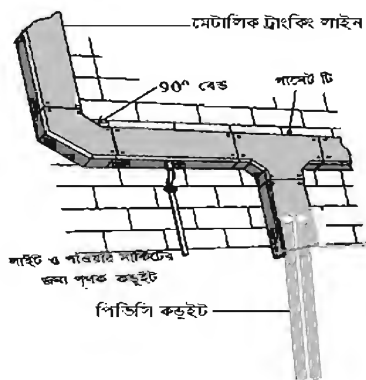
এ ওয়্যারিং খরচ তুলনামূলকভাবে কম এবং খুব সহজে ও কম সময়ে করা যায়। ৮ নং অধ্যায়ে এ বিষয়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

মেটাল সিথেড ওয়্যারিং: শুধু নিম্নচাপের ইনস্টলেশনের জন্য এ ওয়্যারিং পদ্ধতি ব্যবহার করা হয় এবং স্যাতস্যাতে জায়গায়ও ব্যবহার করা যেতে পারে।

কন্ডুইট ওয়্যারিং: পিভিসি বা জিআই কন্ডুইট দিয়ে যে ওয়্যারিং করা হয়, তাকে কন্ডুইট ওয়্যারিং বলে। যে সব জায়গায় খোলা তার আঘাত পাবার সম্ভাবনা থাকে, জায়গা স্যাতস্যাতে এবং নিকটে দাহ্য জাতীয় পদার্থ আছে, সেখানে এ ওয়্যারিং করা হয়। তাছাড়া গ্যাস, ধোয়াটে পরিবেশ ও সামান্য গরমে কিংবা আগুন জ্বালালে ভয়াবহ আগুন লাগার সম্ভাবনা থাকে, সে সব ক্ষেত্রে অবশ্যই কন্ডুইট ওয়্যারিং করতে হবে। যেমন-সিনেমা হলো, স্টোর, ওয়ার্কসপ প্রভৃতি জায়গায় এ ওয়্যারিং এর গুরুত্ব বেশি। এছাড়া ইমারতের শোভা বর্ধনের জন্য

কনসিস্ট কভুইট ওয়্যারিং ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে অধিকাংশ নতুন বিল্ডিং বাড়িতে কনসিস্ট কভুইট ওয়্যারিং ব্যবহার করা হচ্ছে যেখানে কভুইটের শেষ প্রান্তের সাথে সংযোগকৃত বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম কম্পন সৃষ্টি করে বা সীমিত পরিসরে স্থানান্তর হতে পারে, সেখানে ফ্লেক্সিবল কভুইট ওয়্যারিং ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক মোটর বসানোর ক্ষেত্রে ইহা ব্যবহার করা হয়।

ট্রাংকিং ওয়্যারিং: প্রধানত বড় বড় শিল্পকারখানা এবং ব্যবসায়ী প্রতিষ্ঠানে যেখানে বহুসংখ্যক ক্যাবল একসাথে স্থাপন করা হয়, সেখানে এ ওয়্যারিং করা হয়। নিম্ন অথবা মাঝারি চাপের বৈদ্যুতিক লাইনের জন্য এ ওয়্যারিং পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। ট্রাংকিং উপাদান দেয়ালের সাথে আটকিয়ে এর মধ্যে দিয়ে ক্যাবল নেয়া হয়। ট্রাংকিং এর কন্টিনিউয়িটি বজায় রেখে এ ওয়্যারিং করতে হয়, যাতে আর্থ কন্টিনিউয়িটি পাওয়া যায়। নিচে ৯.১ নং চিত্রে এ ওয়্যারিং দেখানো হলো।



চিত্র ৯.১: ট্রাংকিং লাইন।

সচারাচর দুই ধরনের ক্যাবল এ পদ্ধতিতে ব্যবহৃত হয়। যথা-

ক) ডি আই আর ব্রেইডেড গ্র্যান্ড কম্পাউন্ডেড ক্যাবল এবং খ) পিভিসি ইনসুলেটেড ক্যাবল।

ওয়্যারিং এ প্রয়োজনীয় মালামাল: সকল ওয়্যারিং পদ্ধতিতে প্রায়ই একই ধরনের মালামাল এবং যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়। নিম্নে বর্ণিত মালামালগুলো বিভিন্ন ওয়্যারিং কাজে ব্যবহার করা হয়।

ক্র: নং	মালামালের বিবরণ	ক্র: নং	মালামালের বিবরণ
১	ওয়্যারস এবং ক্যাবল	১০	সুইচ বোর্ড
২	ফিউজ বা কাটআউট	১১	রাউন্ড ব্লক
৩	সার্কিট ব্রেকার	১২	জয়েন্ট বক্স
৪	সিলিং রোজ	১৩	কানেক্টর
৫	প্লাগ ও সকেট আউটলেট	১৪	রাওয়াল প্লাগ
৬	ল্যাম্প হোল্ডার	১৫	উডপিন
৭	এডাপ্টার	১৬	জু
৮	পিভিসি চ্যানেল	১৭	কভুইট এবং আনুষঙ্গিক দ্রব্যাদি
৯	লিংক ক্রিপ	১৮	সুইচ বোর্ড ইত্যাদি।

ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত টুলস এবং যন্ত্রপাতি: ওয়্যারিং কাজে যে সমস্ত টুলস এবং যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় সেগুলো হলো-

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজারিং টেপ (প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের)	২৮	পাইপ রেঞ্চ
২	ফোল্ডিং রুল	২৯	ক্যাবল কাটার
৩	জাইবার	৩০	স্প্রিট লেভেল
৪	সেন্টার পাঞ্চ	৩১	হ্যান্ড ড্রিল
৫	হ্যাক'স' ব্রড	৩২	র্যাচেট বিট বেস
৬	ফাইল (প্রয়োজনীয় ধরনের)	৩৩	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল, হ্যামার এ্যাকশনসহ
৭	হ্যামার (ক্রসপিন)	৩৪	ক্রিম্পিং প্লায়ার
৮	হ্যামার (স্ট্রাইট পিন)	৩৫	ইলেকট্রিক সোল্ডারিং আয়রন
৯	হ্যামার (বলপিন)	৩৬	প্লাম্ব বব
১০	জু ড্রাইভার, ফিলিপস হেড	৩৭	উড চিজেল
১১	অপসেট জু -ড্রাইভার	৩৮	কোল্ড চিজেল
১২	সকেট স্পেনার বা রেঞ্চ	৩৯	রিপস
১৩	রিং স্পেনার বা রেঞ্চ	৪০	রোজিন কোরড সোল্ডার
১৪	ওপেন এন্ড স্পেনার বা রেঞ্চ	৪১	ট্যাপ, হাতলসহ
১৫	এ্যাডজাস্টেবল স্পেনার বা রেঞ্চ বা স্লাইড রেঞ্চ	৪২	স্টক, ডাইসহ
১৬	আউল	৪৩	পাইপ রিমার
১৭	টুইস্ট ড্রিল বিট	৪৪	কন্ডুইট বেব্ডিং মেশিন
১৮	কারবাইড ট্রিপড ড্রিপ বিট	৪৫	পিভিসি বেব্ডিং ব্ল
১৯	অগার ড্রিল বিট	৪৬	ড্র টেপ
২০	পারকুশান ড্রিল, হাতলসহ	৪৭	বেব্ডিং স্প্রিং
২১	ইলেকট্রিশিয়ান চাকু	৪৮	পাইপ কাটার
২২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স, ইনসুলেটেড হাতল	৪৯	ভাইস
২৩	সাইড কাটিং প্লায়ার্স, ইনসুলেটেড হাতল	৫০	টুল বক্স
২৪	ফ্ল্যাট নোজ প্লায়ার্স, ইনসুলেটেড হাতল	৫১	নিয়ন টেস্টার
২৫	রাউন্ড প্লায়ার্স ইনসুলেটেড হাতল	৫২	এ্যাভোমিটার
২৬	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স	৫৩	মেগার
২৭	ওয়্যার পাম্প প্লায়ার্স	৫৪	ব্রো টর্চ ইত্যাদি।

উপরে উল্লিখিত সকল টুলস ও যন্ত্রপাতির কাজ চিত্রসহ ১ম অধ্যায়ে দেখানো হয়েছে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ওয়্যারিং এর ধরন নির্বাচনে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় উল্লেখ কর।
- ২। কনসিড কন্ডুইট ওয়্যারিং এর সুবিধা কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিকরণ বা ওয়্যারিং বলতে কী বোঝায়?
- ২। বৈদ্যুতিকরণ কত প্রকার?
- ৩। অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং কাকে বলে?
- ৪। কনসিড ওয়্যারিং কত প্রকার ও কী কী?
- ৫। ওয়্যারিং এর ধরণ নির্বাচন করতে কী কী বিষয় বিবেচনা করা হয়?
- ৬। ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত পাঁচটি যন্ত্রের নাম লেখ।
- ৭। কন্ডুইট ওয়্যারিং এর শ্রেণিবিভাগ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

১. ওয়্যারিং বলতে কী বোঝায়? ওয়্যারিং এর শ্রেণিবিভাগ দেখাও।
২. কোন স্থানে ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং সম্পন্ন করার পূর্বে কী কী বিষয় লক্ষ রাখতে হয়?
৩. ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত সরঞ্জামাদির নাম লেখ।
৪. ব্যবহারের স্থান ও প্রকার অনুযায়ী ওয়্যারিং নির্বাচন কীভাবে করা হয়?
৫. ওয়্যারিং কাজে ব্যবহৃত মালামাল ও যন্ত্রপাতির তালিকা দাও।

দশম অধ্যায় বৈদ্যুতিক চ্যানেল ওয়্যারিং Electrical Channel Wiring

বর্তমানে পিভিসি চ্যানেল ব্যবহার করে সাধারণ বাসা-বাড়ির বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং কাজ করা হচ্ছে। এ ধরনের ওয়্যারিং করতে প্রয়োজনীয় টুলস ও মালামাল বাছাই করা এবং যেভাবে ওয়্যারিং করতে হয় তা সম্পর্কে এ অধ্যায়ে আলোচনা হয়েছে। চ্যানেল ওয়্যারিং দেখতে ভালো, খরচ কম, করা তুলনামূলক সহজ এবং রক্ষণাবেক্ষণ সহজে করা যায়।

১০.১ চ্যানেল ওয়্যারিং: সাধারণত আবাসিক ঘর-বাড়িতে বর্তমানে চ্যানেল ওয়্যারিং করা হয়। প্রাচীন চ্যানেল দ্বারা এ ধরনের ওয়্যারিং করা হয় বলে, একে চ্যানেল ওয়্যারিং বলা হয়। আমাদের দেশে বাসা-বাড়ির শতকরা ৬০ থেকে ৭০ ভাগই চ্যানেল ওয়্যারিং করা হয়।

চ্যানেল ওয়্যারিং সহজে করা যায়, খরচ কমও এবং দেখতেও ভালো। এ জাতীয় ওয়্যারিং এ বিভিন্ন সাইজের পিভিসি চ্যানেল ব্যবহার করা হয়। চ্যানেল ওয়্যারিং এর ক্ষেত্রে দেয়ালে, ছাদে রাওয়াল প্লাগ আটকিয়ে এর উপর দিয়ে প্লাস্টিক চ্যানেল আটকিয়ে এই চ্যানেলের খাঁজের মধ্যদিয়ে ক্যাবল বা পিভিসি তার স্থাপন করা হয়। এই ওয়্যারিং এ সাধারণত ২৫০/৪৪০ ভোল্ট গ্রেডের পিভিসি সিঙ্গেল বা টু-ইন কোর তার ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ১০.১: একটি চ্যানেলের টুকরা

চ্যানেল ওয়্যারিং করার পদক্ষেপসমূহ: চ্যানেল ওয়্যারিং করার পদক্ষেপসমূহ নিচে ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা করা হলো-

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট করতে হবে।
- ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। লে-আউট অনুযায়ী সুতার মাধ্যমে রঙিন চকের গুড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
- ৪। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী চ্যানেল, সুইচ বোর্ড, জাংশন বক্স, রাওয়াল প্লাগ, ক্লু ইত্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।
- ৫। লে-আউট অনুযায়ী দেয়াল ও ছাদে চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসানোর জন্য নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী (চ্যানেলের বেস আটকানোর জন্য ৬০ সে. মি. থেকে ৭০ সে. মি. পর পর) রাওয়াল প্লাগ স্থাপন করতে হবে।
- ৬। ক্লু দিয়ে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
- ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি ক্লু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
- ৮। বাকের স্থানে কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে।
- ৯। দেয়াল ছিদ্র করে তার নিতে পিভিসি পাইপ বসাতে হবে।

- ১০। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
- ১১। তারপর প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি লাগাতে হবে।
- ১২। উল্লিখিত ধাপে ওয়্যারিং করার পর ওয়্যারিং পরীক্ষা করে কাজ সমাপ্ত করতে হবে।

১০.২ চ্যানেল ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় টুলস: চ্যানেল ওয়্যারিং এ সচরাচর ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় টুলসসমূহ হলো-

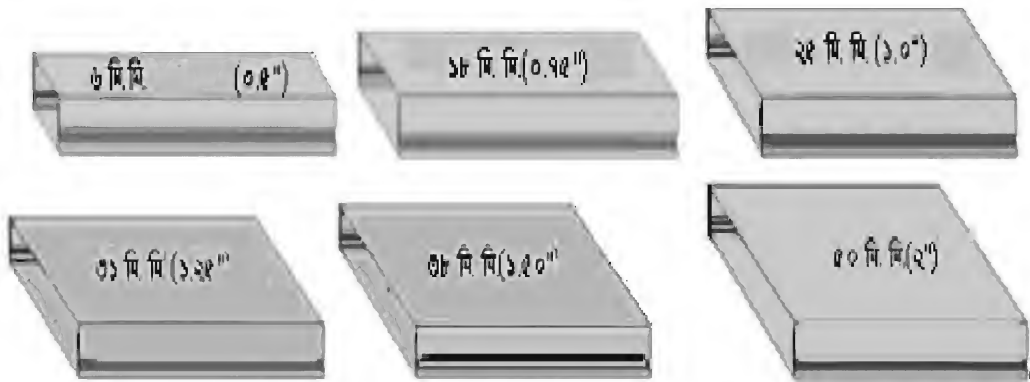
ক্র: নং	টুলসসমূহের নাম	ক্র: নং	টুলসসমূহের নাম
১	বিভিন্ন সাইজের ফ্ল্যাট ক্রু ডাইভার	৭	সফট হ্যামার
২	ইলেকট্রিক পাওয়ার ড্রিল মেশিন	৮	পরিমাপক ফিতা
৩	বলপিন হ্যামার	৯	দাগটানার সুতা
৪	পৌকার।	১০	প্লাস্ট বব।
৫	হ্যাক'স	১১	ওয়্যার স্ট্রিপার
৬	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১২	ইলেকট্রিশিয়ান চাকু ইত্যাদি

১০.৩ চ্যানেল ওয়্যারিং এর প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা: চ্যানেল ওয়্যারিং এ প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা ওয়্যারিং এর স্থান, ওয়্যারিং এরিয়া, লোডের পরিমাণ, গ্রাহকের চাহিদা ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে কম বেশি হয়ে থাকে। সাধারণ আবাসিক গৃহের একটি কক্ষে দুইটি সুইচ দ্বারা আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রিত দুইটি বাতি, একটি সিলিং ফ্যান ও একটি সকেট আউটলেট ওয়্যারিং করতে প্রয়োজনীয় সামগ্রীর একটি তালিকা নিম্নে দেওয়া হলো। কাজের পরিমাণ এবং প্রয়োজন অনুসারে উল্লিখিত মালামালসমূহ দরকার হয়।

ক্রমিক নং	মালামালের নাম ও বিবরণ	পরিমাণ
১.	টাম্বলার/ পিয়ানো সুইচ, (২৫০ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার)	৩ টি
২.	টু-পিন সকেট, (২৫০ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার)	১ টি
৩.	পিতলের ব্রাকেট ও ব্রাকেট ল্যাম্প হোল্ডার, (২৫০ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার পিতলের)	২ টি
৪.	সিলিং রোজ, (২৫০ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার)	১ টি
৫.	সিলিং ফ্যান, (১৪০ সেমি. সুইচ রেগুলেটরসহ)	১ টি
৬.	চ্যানেল, ১৩ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৭.	চ্যানেল, ১৮ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৮.	চ্যানেল, ২৫ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৯.	চ্যানেল, ৩৮ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১০.	চ্যানেল, ৫০ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ

১.	সুইচ বোর্ড (২০ সে.মি. × ১৫ সে.মি.)	১ টি
২.	জয়েন্ট বক্স (৮০ মি. মি. × ৮০ সে. মি.)	১ টি
৩.	রাওয়াল প্লাগ (৬ × ২৫ মি. মি.)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৪.	রাওয়াল প্লাগ (৮ × ২৫ মি. মি.)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৫.	উড স্ক্রু ২৫ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৬.	উড স্ক্রু ৩৮ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৭.	সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার ১.৫ মি. মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৮.	ইনসুলেটং টেপ ১২ মি.মি.	১ রোল

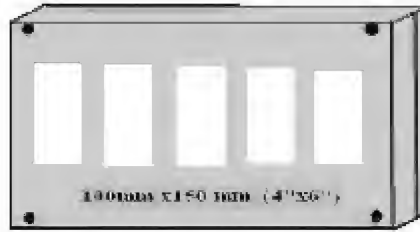
১০.৪ চ্যানেলের সাইজ নির্বাচন: প্লাস্টিক/ পিভিসি এর তৈরি ১৩ মি: মি: পুরু নির্দিষ্টভাবে খাঁজ কাটা লম্বা পাতকে চ্যানেল হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ইহা বিভিন্ন রং এর হয়ে থাকে। চ্যানেলের সাইজ এমনভাবে নির্ধারণ করতে হবে যেন যতগুলো তার চ্যানেলের মধ্যদিয়ে টানা হবে ততগুলো তার স্থাপন করলে অতিরিক্ত খালি জায়গা না থাকে। সাধারণভাবে বাজারে ১৩ মি. মি., ১৮ মি. মি., ২৫ মি. মি., ৩১ মি. মি., ৩৮ মি. মি., ৫০ মি. মি., ৬৩ মি. মি. চওড়ার প্রতিটিই ৩ মিটার লম্বা চ্যানেল পাওয়া যায়। ওয়্যারিং এ প্রয়োজনীয় সংখ্যক তার স্থাপন করার জন্য সাধারণত নিম্নলিখিত পরিমাপের চ্যানেল ব্যবহার করা হয়—



চিত্র ১০.২: বাজারে প্রাপ্ত বিভিন্ন সাইজের চ্যানেল।

১০.৫ সুইচ বোর্ডের সাইজ নির্বাচন: সুইচ বোর্ডের সাইজ বলতে এর ক্ষেত্রফলকে বোঝায়, যা বোর্ডে কয়টি সুইচ, সকেট, ফিউজ লাগানো যাবে। সুইচ বোর্ডে ব্যবহৃত আউটলেটের সংখ্যার ভিত্তিতে সুইচ বোর্ডের সাইজ নির্ধারণ করা হয়। সুইচ বোর্ড সাধারণত শক্ত প্লাস্টিক বা পিভিসি দিয়ে তৈরি। সুইচ, সকেট, ফ্যান রেগুলেটর প্রভৃতি স্থাপন করার জন্য সুইচ বোর্ড ব্যবহার করা হয়ে থাকে। স্থাপনযোগ্য বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন সাইজের সুইচ বোর্ড পাওয়া যায়। সুইচ বোর্ডে সুইচ, সকেট, ফিউজ, ফ্যান রেগুলেটর ইত্যাদি বসানোর জন্য খাঁজ কাটা থাকে। খাঁজ কাটা ছাড়াও বিভিন্ন মাপের বোর্ড পাওয়া যায়। নিচের চিত্রে ১০০ মি. মি. × ১৫০ মি. মি. (৪" × ৬") সাইজের একটি সুইচ বোর্ড দেখানো হয়েছে।

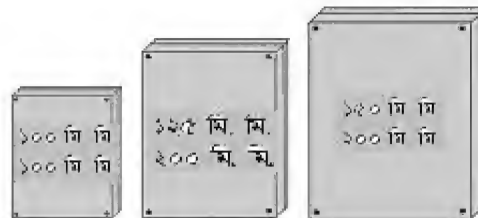
প্রয়োজনীয় সংখ্যক বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম স্থাপন করার জন্য নিম্নলিখিত পরিমাপের সুইচ বোর্ড বাজারে পাওয়া যায়-



চিত্র ১০.৩: সুইচ বোর্ড

- ৭৫ মি. মি. x ৭৫ মি. মি. (৩" x ৩"),
- ১০০ মি. মি. x ১০০ মি. মি. (৪" x ৪"),
- ১০০ মি. মি. x ১৫০ মি. মি. (৪" x ৬"),
- ১২৫ মি. মি. x ২০০ মি. মি. (৫" x ৮"),
- ১৫০ মি. মি. x ২০০ মি. মি. (৬" x ৮"),
- ২০০ মি. মি. x ২৫০ মি. মি. (৮" x ১০")
- ২০০ মি. মি. x ৩০০ মি. মি. (৮" x ১২")

১০.৬ **জাংশন বক্সের সাইজ:** জাংশন বক্সের সাইজ বলতে এর ক্ষেত্রফলকে বোঝায়, যা এর ভিতরে তারের সংযোগ সহজে করা যাবে এমন স্থান। জাংশন বক্স সাধারণত বড় প্লাস্টিক বা পিভিসি এর তৈরি। সাধারণত বিভিন্ন পয়েন্ট থেকে আগত সার্কিটের তারসমূহ জাংশন বক্সের ভিতরে সংযোগ দেওয়া হয়। তারের জয়েন্ট, ওয়্যারিং এর পথ পরিবর্তনে প্লাস্টিকের জাংশন বক্স ব্যবহার করা হয়। এটি জয়েন্ট বক্স হিসেবেও পরিচিত। ডাডাড়া সিলিং রোজ, ব্রাকেট ইত্যাদি কিউলিও জয়েন্ট বক্সে বসানো হয়। আকারের দিক থেকে জাংশন বক্স সুইচ বোর্ডের মতই তবে, সুইচ বোর্ডের মত এতে খাঁজ কাটা থাকে না। নিচের চিত্রে সচরাচর ব্যবহৃত বিভিন্ন সাইজের জাংশন বক্স দেখানো হলো-



চিত্র ১০.৪: বিভিন্ন সাইজের জাংশন বক্স।

১০.৭ **ফু এর সাইজ:** চ্যানেলের দৈর্ঘ্য ও পুরুত্ব এবং সুইচ বোর্ড ও অন্যান্য সরঞ্জামের সংখ্যা ও পরিমাপ অনুযায়ী উক্ত ফু এর সংখ্যা ও সাইজ নির্ধারণ করতে হবে।

১। চ্যানেল, সুইচ বোর্ড ও অন্যান্য পিভিসি যে সমস্ত সরঞ্জামের পুরুত্ব ১৩ মি. মি. এর বেশি নয়, সে সমস্ত সরঞ্জাম আটকাতে ৩৭.৫ মি. মি. উক্ত ফু ব্যবহৃত হয়। প্রতিটি বড় বোর্ডের জন্য চারটি, ছোট বোর্ডের

জন্য দুইটি করে এবং চ্যানেল লাগানোর জন্য দু-জুর মধ্যবর্তী দূরত্ব ৩০সে.মি. থেকে ৫০ সে. মি. ধরে জুর প্রয়োজনীয় সংখ্যা বের করতে হবে।

২। সুইচ, সকেট, ফ্যান রেগুলেটর, সিলিং রোজ ইত্যাদি সরঞ্জাম আটকাতে ২৫.৫ মি. মি. জুর ব্যবহার করা যায়। সাধারণত প্রতিটি সরঞ্জামের জন্য দুইটি জুর ধরে প্রয়োজনীয় সংখ্যা বের করা হয়।

সর্বমোট প্রয়োজনীয় জুর সংখ্যার ২০% (শত করা বিশ ভাগ) বেশি নেওয়া উচিত।

১০.৮ রাওয়াল প্লাগ এর সংখ্যা হিসেব করা: যেভাবে রাওয়াল প্লাগ এর হিসেব করা হয় তা হলো-

১। চ্যানেল স্থাপনে ৬০ সে. মি. থেকে ৭০ সে. মি. দূরে রাওয়াল প্লাগ বসানো হয়।

২। প্রতিটি লোডের পয়েন্টে ২ টি রাওয়াল প্লাগ ধরা হয়।

৩। সুইচ বোর্ডের জন্য ২ থেকে ৪ টি রাওয়াল প্লাগ হিসেব করা হয় এবং জাংশন বক্সের জন্য ২ টি রাওয়াল প্লাগ ধরা হয়।

৪। হিসেব অনুসারে সর্বমোট প্রয়োজনীয় সংখ্যক রাওয়াল প্লাগের সংখ্যার সাথে ২০% যোগ করে রাওয়াল প্লাগের হিসেব করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সাধারণ আবাসিক ঘরবাড়িতে কোন ধরনের ওয়্যারিং করা হয়?
- ২। চ্যানেল ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত চ্যানেল কিসের তৈরি?
- ৩। প্রতিটি লোডের জন্য কয়টি রাওয়াল প্লাগ ধরা হয়?
- ৪। সুইচ বোর্ডের সাইজ নির্বাচন করা হয় কী ধরে?
- ৫। জাংশন বক্সের সাইজ নির্বাচন করা হয় কী বিবেচনায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। চ্যানেল ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত প্রয়োজনীয় টুলসগুলোর নাম লেখ।
- ২। চ্যানেলের সাইজ কীভাবে নির্বাচন করা হয়?
- ৩। রাওয়াল প্লাগ এর সংখ্যা কীভাবে হিসেব করা হয়?
- ৪। চ্যানেল ওয়্যারিং এর সুবিধা লেখ।
- ৫। সুইচ বোর্ডের সাইজ বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। চ্যানেল ওয়্যারিং করার পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা কর।
- ২। চ্যানেল ওয়্যারিং এর প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা প্রস্তুত কর।

একাদশ অধ্যায়

কন্ডুইট ওয়্যারিং

Conduit Wiring

প্রায় সকল ওয়ার্কশপ, কলকারখানায় কন্ডুইট পাইপ এর মাধ্যমে দেয়াল, ছাদ ও মেঝের উপর দিয়ে বা ভিতর দিয়ে এ ধরনের বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং কাজ করা হয়। এ অধ্যায়ে কন্ডুইট ওয়্যারিং করতে প্রয়োজনীয় টুলস ও মালামাল বাছাই করা এবং যেভাবে ওয়্যারিং করতে হয় বা ওয়্যারিং করতে যে কাজগুলো করতে হয় তা আলোচনা হয়েছে। কন্ডুইট ওয়্যারিং এর ধরন ও ব্যবহৃত মালামালের গুণাগুণের উপর (সারফেস/কনসিড) নির্ভর করে এর খরচ।

১১.১ কন্ডুইট ওয়্যারিং এর সংজ্ঞা: যখন কোন জায়গায় দেয়ালের উপর দিয়ে বা দেয়ালের ভিতর দিয়ে কন্ডুইট স্থাপন করে যে ওয়্যারিং করা হয়, তখন তাকে কন্ডুইট ওয়্যারিং বলে। পরিবাহী তারকে বাহিরের আঘাত থেকে রক্ষার জন্য কন্ডুইট পাইপের মধ্য দিয়ে ইনসুলেটেড ক্যাবলের মাধ্যমে ওয়্যারিং করাকে কন্ডুইট ওয়্যারিং বলে।

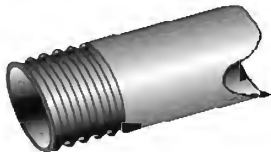
এ কাজে ব্যবহৃত কন্ডুইট ইলেকট্রিক্যাল এবং মেকানিক্যাল আঘাত হতে ওয়্যারিংকে রক্ষা করে। যে সব জায়গায় খোলা পিভিসি তারে আঘাতের সম্ভাবনা থাকে, স্যাঁতস্যাঁতে, দাহ্য পদার্থ থাকে সে সব স্থানে এ ওয়্যারিং ব্যবহৃত হয়। কন্ডুইট হিসেবে জি আই বা পিভিসি পাইপ ব্যবহৃত হয়।

১১.২ কন্ডুইটের শ্রেণিবিভাগ: কন্ডুইট যে পদার্থের তৈরি, উহার গঠন আকৃতি বা ব্যাস (সাইজ) ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে কন্ডুইটের শ্রেণিবিভাগ করা হয়। বাজারে সাধারণত ৩ মিটার ও ৬ মিটার লম্বা বিভিন্ন সাইজের কন্ডুইট পাইপ পাওয়া যায়। কন্ডুইট প্রধানত দুই ধরনের।

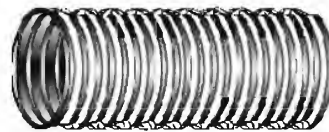
১। ধাতুর তৈরি এবং ২। অধাতুর তৈরি।

১। (ক) ধাতুর তৈরি কন্ডুইট সলিড ড্রেন অথবা স্টিলের চাদর লম্বালম্বিভাবে ঝালাই করা পাইপ। শেষোক্ত কন্ডুইট ব্যবহারের সময় সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়, না হলে ঝালাই খুলে যেতে পারে।

(খ) ধাতুর তৈরি কন্ডুইট প্রাথমিকভাবে দুই রকমের। (ক) সাধারণ কন্ডুইট ও (খ) ফ্লেক্সিবল কন্ডুইট। গুণগত মানের উপর ভিত্তি করে গ্রেড অনুযায়ী কন্ডুইট দুই ধরনের হয়ে থাকে। (ক) 'এ' গ্রেড বা হালকা গেজের স্টিল কন্ডুইট। (খ) 'বি' গ্রেড বা পুরু গেজের স্টিল কন্ডুইট। ইহা সাধারণত গ্যালভানাইজ করা বা কালো এনামেলের আবরণে আবৃত থাকে।



চিত্র ১১.১: ধাতব সাধারণ কন্ডুইট।

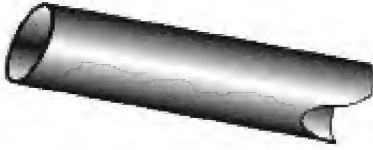


চিত্র ১১.২: ধাতব ফ্লেক্সিবল কন্ডুইট।

২। (ক) অধাতুর তৈরি কন্ডুইট সাধারণত পিভিসি কম্পাউন্ড এর হয়ে থাকে। ধাতুর কন্ডুইটের ন্যায় অনুরূপ বিভিন্ন সাইজের পাওয়া যায়।

(খ) ফ্রেজিবল কড়ইট গ্যালভানাইজ করা স্টিলের চামর একটি প্যাচের উপর আরেকটি প্যাচ বা কুন্ডলী আকারে পাকানো পাইপ। অনেক সময় স্টিলের ফ্রেজিবল কড়ইটের বহিঃ পৃষ্ঠে শিভিসি এর আবরণ দিয়ে ইনসুলেশন করা হয়। ফ্রেজিবল কড়ইট শিভিসি কম্পাউন্ডেরও হয়ে থাকে। বর্তমানে বাজারে অখাতুর তৈরি তিন ধরনের কড়ইট পাওয়া যায়। ১। হালকা শিভিসি কড়ইট, ২। পুরু বা শক্ত শিভিসি কড়ইট এবং ৩। ফ্রেজিবল কড়ইট।

বর্তমান সময়ে উন্নত মানের শিভিসি কড়ইট পাওয়া যায়।



চিত্র ১১.৩: শিভিসি কড়ইট।



চিত্র ১১.৪: শিভিসি ফ্রেজিবল কড়ইট।

১১.৩ কড়ইট ওয়্যারিং এর প্রণিবিভাগ: ব্যবহৃত কড়ইটের ধরন এবং কড়ইট ব্যবহারের স্থান অনুসারে এ ধরনের ওয়্যারিং এর প্রণিবিভাগ করা হয়। নিচে কড়ইট ওয়্যারিং এর প্রণিবিভাগ দেওয়া হলো।

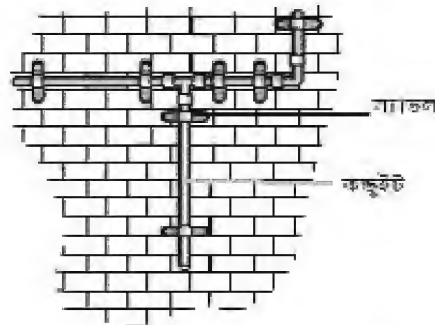
এ ধরনের ওয়্যারিং তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

১। সারকেন্স কড়ইট ওয়্যারিং

২। কনসিড কড়ইট ওয়্যারিং এবং

৩। ফ্রেজিবল কড়ইট ওয়্যারিং।

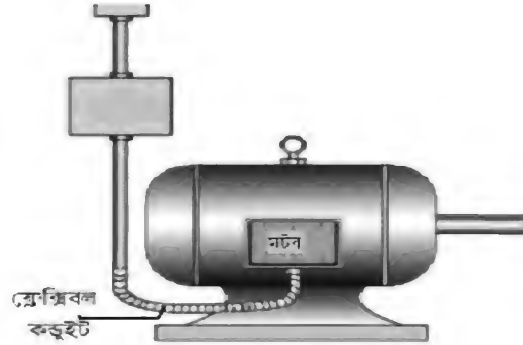
সারকেন্স কড়ইট ওয়্যারিং: যে কড়ইট ওয়্যারিং যান্ত্রিক আঘাত থেকে রক্ষার জন্য সেরালের বহিঃ পৃষ্ঠে করা হয় তাকে সারকেন্স কড়ইট ওয়্যারিং বলে। একেত্রে সেরালের বহিঃ পৃষ্ঠে বা ছাদের বহিঃ পৃষ্ঠে পাইপ হুক বা স্যাডল এর সাহায্যে কড়ইট পাইপ বসিয়ে, এদের ভিতর দিয়ে বৈদ্যুতিক ক্যাবল বা ইনসুলেটেড তার স্থাপন করে ওয়্যারিং করা হয়।



চিত্র ১১.৫: সারকেন্স কড়ইট ওয়্যারিং।

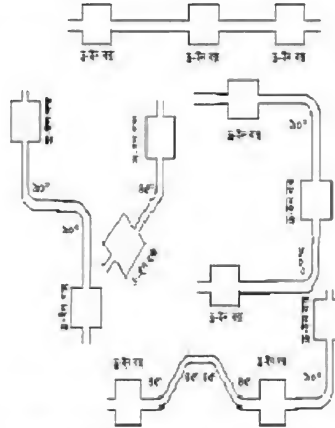
কনসিড কড়ইট ওয়্যারিং: যে কড়ইট ওয়্যারিং যান্ত্রিক আঘাত থেকে রক্ষার জন্য সেরাল, মেঝে কিংবা ছাদের ভিতরে সম্পূর্ণ লুকানিত অবস্থায় কড়ইট স্থাপন করে এর ভিতরে করা হয় তাকে কনসিড কড়ইট ওয়্যারিং বলে। এই ওয়্যারিং এ সুইচ বোর্ড, জংশন বক্স এবং বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি ছাড়া কোন ওয়্যারিং বা লাইন সেবা যায় না।

ফ্রেজিবল কভুইট ওয়্যারিং: সাধারণত শিল্প-কারখানায় মেশিন পত্রের সাথে সংযোগ দেওয়ার জন্য ট্রাফিকিং বা সফলিষ্ট মেশিনের মোটরের স্টার্টার কিংবা কন্ট্রোল বোর্ড থেকে নিরাপদ ভাবে তারকে মোটরের টার্মিনাল বক্সে আনার জন্য ফ্রেজিবল কভুইট ওয়্যারিং করা হয়। এখানে তারকে ফ্রেজিবল কভুইটের ভিতর দিয়ে মোটরে সংযোগ করা হয়।



চিত্র ১১.৬: ফ্রেজিবল কভুইট ওয়্যারিং।

১১.৪ কভুইট বাঁকানো পদ্ধতি: সারকেস কভুইট ওয়্যারিং করতে হলে সকল কভুইটগুলো সোজাভাবে স্থাপন করে লাইন টানা সম্ভব নয়। কভুইট টানতে ওয়্যারিং এর প্রয়োজনে লাইন বাঁকা করতে হয়।



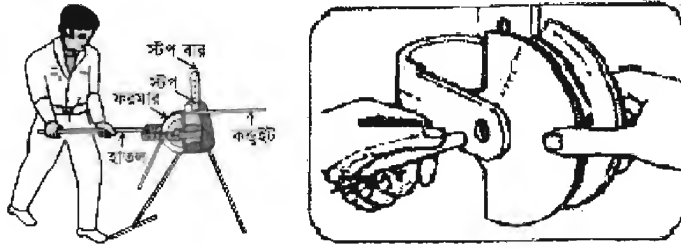
চিত্র ১১.৭: কভুইট বসানোর পূর্বে প্রয়োজন অনুসারে বাঁকানো।

বিশিষ্ট-এর ক্ষমতার প্রয়োজন অনুযায়ী কখনো কখনো কভুইটকে বাঁকাতে হয়। আর এ বাঁকানো বা বেড ৯০ ডিগ্রির বেশি করা হয় না। ৯০° বেশি বেড করলে ক্যাবল টানার সময় এতে ক্যাবল লেগে যেতে পারে এবং ক্যাবলের ইনসুলেশন নষ্ট হয়ে শর্ট সার্কিটের কারণ হতে পারে। তাই কভুইট বাঁকানোর সময় এমন কতগুলো পদ্ধতি অবলম্বন করতে হয়, যাতে প্রয়োজনে সঠিক মাপের বেড তৈরি করা যায়। ১৯.৭ নং চিত্রে কভুইট বেড করা বা বাঁকানোর ডিমির নমুনা দেখানো হলো। কভুইট বেডের ব্যাসার্ধ 'r' কভুইটের বাইরের ব্যাস d এর কমপক্ষে পাঁচগুণ হওয়া উচিত। অর্থাৎ $r=5 \times d$ ।

সাধারণত তিন প্রকার পদ্ধতিতে কন্ডুইট বেড প্রস্তুত করা যায়। যথা-

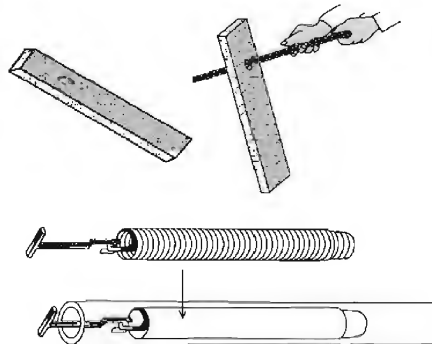
- ১। বেডিং মেশিনের সাহায্যে
- ২। শক্ত পিভিসি ব্লকের সাহায্যে
- ৩। শুকনা বালি ও ব্লো ল্যাম্প-এর সাহায্যে।

১। **বেডিং মেশিনের সাহায্যে:** বেডিং মেশিনের সাহায্যে কন্ডুইট বেড তৈরি করা যায়। বিভিন্ন সাইজের কন্ডুইটের জন্য বিভিন্ন সাইজের বেডিং ব্লক ব্যবহার করে কন্ডুইট বেড তৈরি করা যায়। প্রথমে কন্ডুইটকে মেশিনের ফরমাতে সাজিয়ে স্টপবার- এর মাধ্যমে আটকিয়ে হ্যান্ডেলকে ধরে আস্তে আস্তে নিচের দিকে চাপ দেওয়া হবে, কন্ডুইটের বেড ততটুকু ডিগ্রিতে পরিণত হবে। তবে এর ডিগ্রি নির্ভর করে বেড কারকের উপর।



চিত্র ১১.৮: বেডিং মেশিনের সাহায্যে কন্ডুইট বেডকরণ।

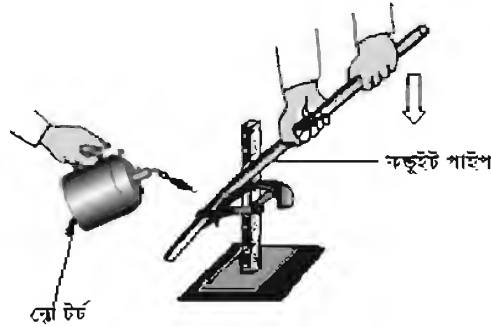
২। **শক্ত পিভিসি ব্লকের সাহায্যে কন্ডুইট বেড করার পদ্ধতি:** শক্ত পিভিসি ব্লকের সাহায্যে কন্ডুইট বেড তৈরি করা যায়। আনুমানিক ১২ মি. x ১৫ সে. মি. x ৫ সে. মি. বিশিষ্ট একটি পিভিসি শক্ত ব্লক সংগ্রহ করতে হবে। উক্ত ব্লকের দৈর্ঘ্যের আনুমানিক দুই তৃতীয়াংশে একটি ছিদ্র করতে হবে। ছিদ্রটি কন্ডুইটের ছিদ্রের ব্যাসের চেয়ে অন্তত পক্ষে ৩ মি. মি. বড় থাকতে হবে এবং ট্রান্সফার করতে হবে। তারপর স্প্রিংসহ বেডের স্থান ব্লকের ছিদ্রের মধ্যে ঢুকিয়ে ব্লকটি খাড়াভাবে মাটির উপর রেখে আস্তে আস্তে কন্ডুইটের এক মাথায় চাপ প্রয়োগ করতে হবে। এভাবে প্রয়োজনমত বেড প্রস্তুত করা হয়। বেডের বিকৃতি এড়ানোর জন্য স্প্রিং ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে কন্ডুইট বেড তৈরি করতে চিত্র অনুযায়ী গ্যালভানাইজড আয়রনের বেডিং টুলস ব্যবহার করা যায়। বেডিং স্প্রিং ভিতরে ব্যবহার করে অল্প তাপ প্রয়োগের পি ভি সি কন্ডুইট হাতের উপর প্রয়োজন অনুসারে বাঁকানো যায়।



চিত্র ১১.৯: শক্ত পিভিসি ব্লকের সাহায্যে কন্ডুইট বেডকরণ।

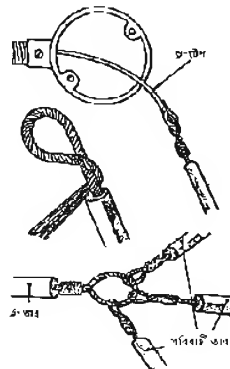
৩। শুকনা বালির সাহায্যে চাপ ও ব্লো ল্যাম্পের সাহায্যে তাপ প্রয়োগে কভুইট বেস্ত করার পদ্ধতি: কভুইট বেস্ত করার জন্য উপরে উল্লিখিত দুই পদ্ধতির কোনটির যদি সরঞ্জাম না পাওয়া যায়, তবে শুকনা বালি ও ব্লো ল্যাম্পের সাহায্যে অর্থাৎ তাপ উৎপাদনের সাহায্যে কভুইট বেস্ত করা হয়।

এর জন্য প্রয়োজন হয় একটি ব্লো ল্যাম্প ও প্রয়োজন মত শুকনা বালি। কভুইটের যে স্থান বেস্ত করতে হবে সে স্থান চিহ্নিত করে বালিগুলো কভুইট পাইপের মধ্যে ঢুকাতে হবে। তারপর ব্লো-ল্যাম্পের দ্বারা উক্ত স্থানে তাপ প্রয়োগ করতে হবে এবং একই সাথে আঙুলে আঙুলে চাপ দিয়ে প্রয়োজনমত পাইপকে বাঁকাতে হবে। এ পদ্ধতিতে উভয় পাইপ বেস্ত করা যায়। তবে বালি ভর্তি চিহ্নিত স্থানে খুব সামান্য তাপেই পি ভি সি পাইপকে নমনীয় করা যায়।



চিত্র ১১.১০: শুকনা বালি ও ব্লো ল্যাম্পের সাহায্যে কভুইট বাঁকানো।

১১.৫ কভুইট পাইপে ফিস ওয়্যার ঢুকানো এবং এর মধ্য দিয়ে তার টানার পদ্ধতি: কনসিড ও সারফেস কভুইট ওয়্যারিং করতে দেয়াল বা ছাদে পাইপ বসানোর সময় ফিস ওয়্যারের সাহায্যে জি-আই বা ড্র-ইন তার ঢুকিয়ে রাখতে হয়। কোন কোন সময় জি-আই তার সরাসরি কভুইটের মধ্যে ঢুকানো যায়। দেয়াল বা ছাদে বা যে কোন স্থাপনায় কভুইটের সোজা অংশ বসিয়ে ফিস ওয়্যার ঢুকাতে হয়। যে স্থানে বক্স বা বেস্ত বসাতে হবে সে স্থানে ঐ অল্প অংশটুকু খুব সহজেই জি আই তার ঢুকানো যাবে। কভুইটের ভিতর দিয়ে ফিস ওয়্যার/জি আই তার ঢুকাতে হবে। জি-আই তারের সাহায্য না নিয়ে ফিস টেপের সাহায্যে বা অন্যভাবে কভুইটের মধ্যদিয়ে তার টানলে এটি সহজে নষ্ট হতে পারে। নিচের চিত্রে পদ্ধতিটি দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১১.১১: কভুইট পাইপে ফিস ওয়্যার ঢুকানো এবং এর মধ্য দিয়ে তার টানার পদ্ধতি।

তার/ক্যাবলের প্রান্ত ফিস ওয়্যার/জি আই তারে আটকানো: কন্ডুইটের মধ্যে দিয়ে যখন তার বা ক্যাবল টানা হয় তখন যে সকল তার কন্ডুইটের মধ্যে টানা হবে, ঐ সকল তারের প্রান্তগুলো টানা জি আই তারের প্রান্তে বেঁধে দেওয়া হয়। সেক্ষেত্রে তারের প্রান্তগুলোর ৫ সে. মি. ইনসুলেশন সরিয়ে একসঙ্গে পেঁচিয়ে টানা তারের প্রান্তের রিংয়ের সাথে দিতে হয়। তারপর আন্তে আন্তে ড্র-ইন তার টানতে হবে এবং অপর প্রান্তের সাহায্যে তার/ক্যাবল সোজা করে প্রেসার দিয়ে ঢুকাতে হবে। তারগুলো টানার সময় খেয়াল রাখতে হবে তারের রিলগুলো যেন খাড়াভাবে ঘুরতে পারে। তারের রিলগুলো শোয়ানো (চিত্র ১১.১১ কন্ডুইটে জি-আই তার ঢুকানো) অবস্থায় থাকলে তারগুলো কন্ডুইটের মধ্যে বেঁকে যেতে পারে।

১১.৬ কন্ডুইটের তারের সংখ্যা ও সাইজ অনুযায়ী কন্ডুইট নির্বাচন: বিভিন্ন গ্রেডের তার বিভিন্ন সাইজের কন্ডুইটের মধ্যে কয়টা নেওয়া যেতে পারে, তা নির্ভর করে তারের সংখ্যা এবং তার টানার সুবিধার উপর। ২৫০/৪৪০ ভোল্ট এবং ৬৬০/১১০০ ভোল্ট গ্রেডের ভি আই আর ব্রেইডেড ও কম্পাউন্টেড এবং পি ভি সি ক্যাবলের জন্য প্রযোজ্য তার এর কন্ডুইটের তালিকা নিম্নে দেওয়া হলো। কন্ডুইটের মধ্যে দিয়া টানা তারের সংখ্যা নির্ণয়ে নিচের দুইটি তালিকায় বর্ণিত নিয়ম প্রয়োগ করতে হয়। তারের সাইজ ও সংকেত নম্বর তালিকা দেওয়া হলো।

তালিকা-১

তারের সাইজ (ব্যাস)		সংকেত নং	
ইঞ্চি	মি.মি.	২৫০ ভো.-৪৪০ ভো.	৬৬০ ভো.-১১০০ ভো.
১/০.০৪৪	১/১.১২	৬১	--
৩/০.০২৯	৩/০.৭৪	৬৩	৯০
৩/০.০৩৬	৩/০.৯১৫	৮০	১৩৪
৭/০.০২৯	৭/০.৭৪	৮৮	১৪৮
৭/০.০৩৬	৭/০.৯১৫	১২২	১৭৫
৭/০.০৪৪	৭/১.১২	১৬০	১৯৬
৭/০.৫২	৭/১.৩২	১৯৫	২৮০
৭/০.৬৪	৭/১.৬৩	২৭৪	৩৩০

তালিকা-২

সংকেত নং	কন্ডুইটের সাইজ (ইঞ্চি)	ব্যাস (মি.মি.)
৪২০ পর্যন্ত	৩/৪	১৯
৪২১ হইতে ৮৭০	১	২৫
৮৭১ হইতে ২০০০	১ ^১ / _৪	৩২
১৪০১ হইতে ২০০০	১ ^১ / _২	৩৭.৫
২০০১ হইতে ৩৭০০	১ ^৩ / _৪	৩৭.৫
৩৭০১ হইতে ৫৭০০	২	৫০
৩৭০১ হইতে ৫৭০০	১ ^১ / _২	৬২.৫

উদাহরণ : নিম্নে বর্ণিত ২৫০ V/৪৪০ V প্রোডের তারগুলির জন্য সঠিক কন্ডুইটের সাইজ নির্ণয় কর।

২টি ৩/০.০২৯ পি.ভি.সি ইনসুলেটেড তার
৪টি ৭/০.০৩৬ পি.ভি.সি ইনসুলেটেড তার
৪টি ৭/০.০৫২ পি.ভি.সি ইনসুলেটেড তার এবং
৪টি ৩/০.০৩৬ পি.ভি.সি ইনসুলেটেড তার।

সমাধান : ডালিকা-১ হতে

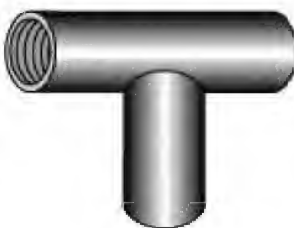
৩/০.০২৯ এর সংকেত নং ৬৩, অতএব মোট সংকেত	2×63	= ১২৬
৭/০.০৩৬ এর সংকেত নং ১২২, অতএব মোট সংকেত	4×122	= ৪৮৮
৭/০.০৫২ এর সংকেত নং ১৯৫, অতএব মোট সংকেত	4×195	= ৭৮০
৩/০.০৩৬ এর সংকেত নং ৮০, অতএব মোট সংকেত	4×80	= ৩২০
মোট সংকেত		= ১৭১৪

এবার ডালিকা-২ হতে দেখা যায় সংকেত নং ১৪০১ হতে ২০০০ এর মধ্যে ১৭১৪ সংকেত নম্বরটি আছে। সুতরাং প্রয়োজনীয় কন্ডুইটের সাইজ $1\frac{1}{4}$ ইঞ্চি বা ৩৭.৫ মি. মি.।

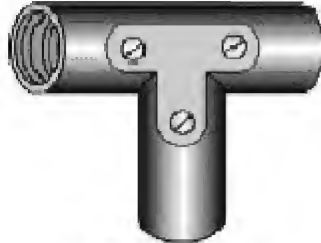
১১.৭ কন্ডুইট ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত কিটিংস এর ডালিকা: কন্ডুইট ওয়্যারিং কাজে যে সকল কিটিংস ব্যবহৃত হয় এগুলোর নাম নিম্নে দেওয়া হলো-

- ১। কন্ডুইট বক্স: আকৃতি অনুযায়ী কন্ডুইট বিভিন্ন বক্সের নাম ভিন্ন ভিন্ন হয়। যেমন-এন্ড বক্স, প্রো-বক্স, প্রি-গয়ে বক্স, ফোর-গয়ে বক্স আরতাকার বক্স, গোলাকার বক্স ইত্যাদি।
- ২। বেড: বেড প্রধানত দুই প্রকার বধা- ক) সলিড টাইপ বেড খ) ইন্সপেকশন টাইপ বেড।
- ৩। বিভিন্ন ধরনের জাংশন বক্স ৪। কন্ডুইট ৫। লকারিং এবং লক নাট ৬। স্টপিং প্রাঙ্গ ৭। টি ৮। ইন্সপেকশন টি ৯। ইন্সপেকশন বেড ১০। এলবো ১১। নিপল ১২। রিডিউসার, ১৩। ব্রুশ, ১৪। কাপলিং, ১৫। বেড ১৬। নিপল ১৭। স্যাভল ১৮। ক্লিপ ১৯। ছক ২০। পেরেক ২১। সকেট ইত্যাদি।

নিচে কতকগুলো কিটিংস এর চিত্র দেওয়া হলো।



সলিড টি

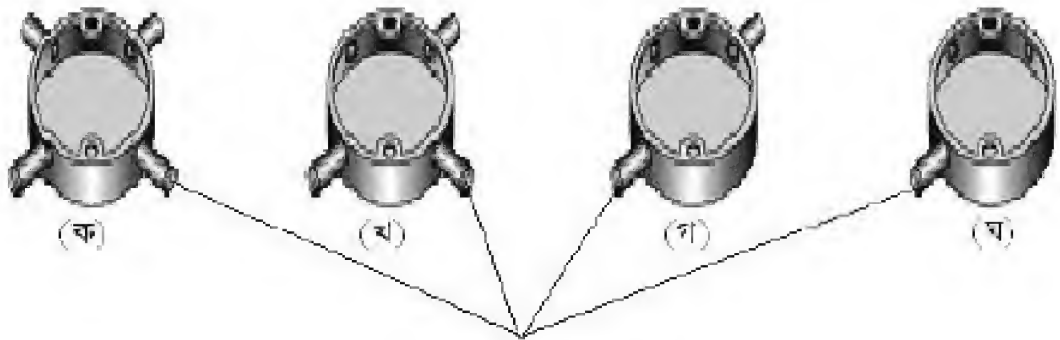


ইন্সপেকশন টি



আরতাকার টি-গয়ে সারকুলার

চিত্র ১১.১২: (ক) ফোর-গয়ে সারকুলার বক্স, (খ) প্রি-গয়ে সারকুলার বক্স, (গ) টু-গয়ে সারকুলার বক্স, (ঘ) সিঙ্গেল গয়ে সারকুলার বক্স।



ভার দুকানোর পথ

ইন্সপেকশন বেড: এগুলো সাধারণত দুইজোড় অভ্যন্তরীণ প্যাচবৃত্ত ঢাকনা লাগানো বেড। এটি ড্র-ইন পয়েন্ট হিসেবে ব্যবহার করা যায়। এলবো এবং টি (সলিড ও ইন্সপেকশন টাইপ) ইন্সপেকশন টাইপের এলবো এবং টি ড্র-ইন পয়েন্ট হিসেবে ব্যবহার করা যায়।



সলিড বেড



ইন্সপেকশন বেড

চিত্র ১১.১৩: বিভিন্ন জিআই বেড।

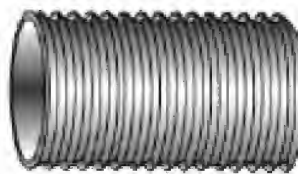
ক্যানলিং: এটি দুইটি কন্কুইটকে জোড়া লাগানোর জন্য অভ্যন্তরীণ প্যাচবৃত্ত ইন্সপেকশন পাইপের টুকরা।

লিশল: অভ্যন্তরীণ প্যাচবৃত্ত কিটিংসে হতে বহির্ভাগে প্যাচবৃত্ত কিটিংসে পরিবর্তন করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

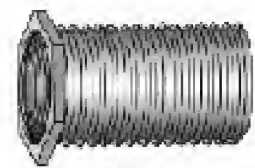
রিভিউলার: এর বহির্ভাগে বড় সাইজ এবং অভ্যন্তরে ছোট সাইজের কন্কুইটের জন্য প্যাচ কাটা আছে।



কন্কুইট ক্যানলিং



কন্কুইট লিশল



রিভিউলার

চিত্র ১১.১৪: ক্যানলিং, লিশল, রিভিউলার।

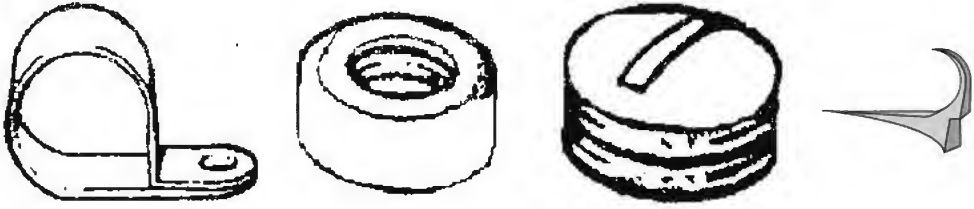
লকরিং অথবা লকনাট: কন্ডুইটকে দৃঢ়ভাবে আটকে রাখার জন্য ব্যবহার করা হয়।



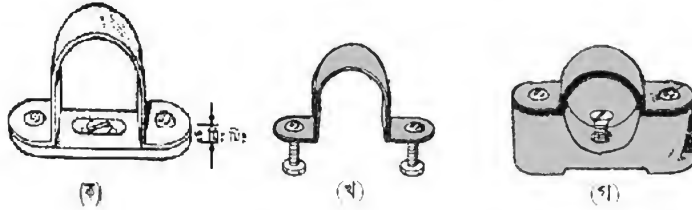
চিত্র ১১.১৫: লকনাট।

বুশ (অভ্যন্তরীণ ও বহির্ভাগে প্যাচযুক্ত): টার্মিনাল বক্সে কন্ডুইট লাগানোর কাজে ব্যবহার হয়ে থাকে।

স্টপিং ব্লাগ: বাইরের আবর্জনা যেন ঢুকতে না পারে এবং কন্ডুইটের খোলা প্রান্ত বন্ধ করার জন্য ব্যবহার হয়ে থাকে।



চিত্র ১১.১৬: (ক) ক্রিপ (খ) বুশ, (গ) স্টপিং ব্লাগ, (ঘ) পাইপ ব্লক।



চিত্র ১১.১৭: (ক) স্ট্র্যাপ স্যাডল, (খ) স্পেসবার স্যাডল, (গ) ডিস্ট্যান্স স্যাডল।

ক্রিপ: দেয়াল বা পিভিসি কাঠামোর বহিঃ পৃষ্ঠে কন্ডুইট লাগানোর জন্য ইহা ব্যবহার হয়ে থাকে।

স্যাডল: দেয়াল বা কাঠ বা পিভিসি কাঠামোর বহিঃ পৃষ্ঠে কন্ডুইট লাগানোর জন্য ইহা ব্যবহার হয়ে থাকে।

১। স্ট্র্যাপ স্যাডল: যেখানে কন্ডুইট স্থাপনযোগ্য স্থানের বহিঃ পৃষ্ঠে হতে দূরে রাখার প্রয়োজন হয় না, সেখানে এগুলো ব্যবহার করা হয় এবং কন্ডুইটের সাইজ অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজের পাওয়া যায়।

(ক) স্ট্র্যাপ স্যাডল দুটি কুর সাহায্যে কন্ডুইট লাগানো হয়।

(খ) স্পেসবার স্যাডল কন্ডুইটকে দেয়াল হতে আলাদাভাবে লাগানোর জন্য ব্যবহার হয়ে থাকে।

(গ) ডিস্ট্যান্স স্যাডলে দুইটি আলাদা অংশ আছে। কন্ডুইটকে দেয়াল হতে দূরে রাখার জন্য ইহা ব্যবহার হয়ে থাকে।

২। স্পেসার বার স্যাডল: এ ধরনের স্যাডল একটি পৃথক পাডের উপর বসানো হয়। এ পাডগুলো ৩৭ মি. মি. ব্যাস সম্পন্ন কন্ডুইটের জন্য ৩ মি. মি. এবং তদুর্ধ্ব ব্যাস সম্পন্ন কন্ডুইটের সাইজ অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজ পাওয়া যায়।

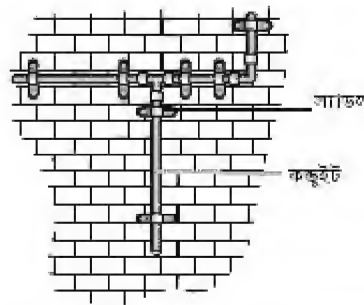
৪। মাল্টিপল স্যাডল: সমান্তরাল ভাবে দুই বা ততোধিক কন্ডুইট বসাবার জন্য এ ধরনের স্যাডল ব্যবহার করা হয়। কন্ডুইটের সাইজ অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজের স্যাডল পাওয়া যায়।



চিত্র ১১.১৮: মাল্টিপল স্যাডল।

স্যাডলের সাইজ নির্ভর করে কন্ডুইটের ব্যাসের উপর। সেগুলোর বহিঃ পৃষ্ঠে কন্ডুইট পাইপকে আটকানোর জন্য স্যাডলের প্রয়োজন হয়।

১১.৮ স্যাডল বা ক্ল্যাম্প দ্বারা সেখানে কন্ডুইট আটকানোর পদ্ধতি: স্যাডল বা ক্ল্যাম্প দ্বারা সেখানে কন্ডুইট আটকানোর সময় ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী স্পিরিট লেবেল ব্যবহার করে আনুভূমিক এবং প্রাচ বব উল্লম্ব লাইন টানতে হবে। তারপর কন্ডুইট পাইপের মোট দৈর্ঘ্য পরিমাপ করে যে পরিমাণ স্যাডল হবে বাস্তবে ২০% বেশি হিসেব করতে হবে। দুইটি স্যাডল বা হকের মধ্যে দূরত্ব হবে ৭৫ সেন্টিমিটার। এভাবে স্যাডল বা ক্ল্যাম্প এর পরিমাণ নির্ণয় করার পর পূর্বে বর্ণিত নিয়ম অনুযায়ী রাওয়াল গ্রাণ এবং হু এর পরিমাণ নির্ধারণ করতে হবে। অবশ্য দ্রুত করার জন্য রাওয়াল গ্রাণ এবং হু এর পরিমাণ স্যাডলের ক্ষেত্রে বিভূপ এবং ক্ল্যাম্পের ক্ষেত্রে সমান ধরতে হবে। এবার স্যাডল বা ক্ল্যাম্প লাগানোর জন্য নির্দিষ্ট মাপ অনুযায়ী রাওয়াল গ্রাণ বসাতে হবে। অতঃপর রাওয়াল গ্রাণের সাথে স্যাডলের সাহায্যে কন্ডুইট আটকাতে হবে, যা নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১১.১৯: ক্ল্যাম্প দ্বারা সেখানে কন্ডুইট আটকানো।

১১.৯ কন্ডুইটের ভিতর দিয়ে কিস ওয়্যার/জিআই তার ঢুকানোর পদ্ধতি: প্রথমে কিস টেপের বাহিরের প্রান্ত অল্প পরিমাণ টিলা করে নিয়ে কোন জংশন বন্ধে আগত কন্ডুইটের প্রান্ত দিয়ে ভিতরে প্রবেশ করাতে হবে। অতঃপর সাবখানে ধীরে ধীরে ঠেলে কিস ওয়্যার প্রবেশ করাতে হবে। এভাবে কন্ডুইটের অপর প্রান্তে না আসা পর্বত কিস ওয়্যার একটু করে টিল দিয়ে প্রবেশ করাতে হবে। কিস ওয়্যারটি কন্ডুইটের অপর প্রান্ত দিয়ে বাহির হলে এর

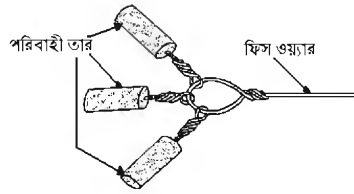
সাথে ড্র-তার হিসেবে একটি জি আই তার মজবুত ভাবে আটকাতে হবে। এবার প্রথম প্রান্ত থেকে ফিস ওয়্যারটি টেনে ড্র-ওয়্যারটি সম্পূর্ণ কন্ডুইটের মধ্যে প্রবেশ করাতে হবে। এভাবে কন্ডুইটের ভিতর দিয়ে ফিস ওয়্যার/জিআই তার ঢুকানো হয়।



চিত্র ১১.২০: কন্ডুইটের ভিতর দিয়ে ফিস ওয়্যার/জিআই তার ঢুকানোর পদ্ধতি

তার/ক্যাবলের প্রান্ত ফিস ওয়্যার বা জিআই ওয়্যারের সাথে আটকানোর পদ্ধতি

তার/ক্যাবলের প্রান্ত ফিস ওয়্যার বা জিআই ওয়্যারের সাথে আটকানোর জন্য প্রথমে ফিস ওয়্যারের প্রান্তে একটি লুপ তৈরি করতে হবে। এবার তার বা ক্যাবল সমূহের প্রান্ত ফিস ওয়্যার বা জিআই তারের সাথে চিত্র ১১.২১ এর অনুরূপ ভাবে আটকাতে হবে।



চিত্র ১১.২১: ফিস ওয়্যার দিয়ে পরিবাহী তার টানা।

এমতাবস্থায় তারগুলোকে লুপ সহ যতদূর সম্ভব সরু করে চেপে ধরে টেপ দিয়ে পঁচিয়ে দিতে হবে যেন তারের কোন খোলা ধারালো অংশ বাহিরে না থাকে।

তার/ক্যাবল কন্ডুইটের ভিতর দিয়ে টেনে নেওয়ার পদ্ধতি: ড্র-ওয়্যার ও তারগুলোকে লুপ সহ যতদূর সম্ভব সরু করে চেপে ধরে উত্তম ভাবে টেপ দিয়ে পঁচানোর পর প্রথম প্রান্ত থেকে খুব সবধানে আস্তে আস্তে ড্র-ওয়্যারটি টানতে হবে। যেদিক দিয়ে তার সমূহ প্রবেশ করবে সেই প্রান্তে একজন সাহায্যকারী আস্তে আস্তে একটু করে ঠেলা দেওয়ার ব্যবস্থা করবে। সে সময় খেয়াল রাখতে হবে যেন তার সমূহ সমান তালে সমান্তরাল ভাবে না কৌকড়াইয়া প্রবেশ করে। এই ভাবে তার/ক্যাবল কন্ডুইটের ভিতর দিয়ে টেনে নিতে হবে।



চিত্র ১১.২২: ভুল পদ্ধতিতে কন্ডুইটে ক্যাবল ঢুকানো।

চিত্রের ন্যায় কুন্ডুইটের মধ্যে ক্যাবল ঢুকানো ক্ষেত্রে ক্যাবলে ভাঁজ থাকায় ইহার ইনসুলেশন নষ্ট হতে পারে এবং ক্যাবল পরিমাণে বেশি লাগবে। সেজন্য মেশিন বা হাত দিয়ে ক্যাবল সোজা করে দিতে হবে আর অন্য দিক থেকে ফিস ওয়্যার টেনে কাজ করতে হবে।

১১.১০ কাজের সময় সতর্কতা: কুন্ডুইট ওয়্যারিং করার সময় মালামাল/সরঞ্জামাদি নির্বাচিত স্যাডল আটকানো, কুন্ডুইট বসানো, ফিসওয়্যার ঢুকানো, তার টানাসহ বিভিন্ন কাজে যে বিষয়গুলোতে সতর্কতা মানতে হয় সেগুলো হলো-

- ১। হ্যান্ড গ্লাভস, গগলস পড়ে কাজ করতে হবে।
- ২। কুন্ডুইট বসানোর সময় পরিবাহী তার টানার জন্য ফিস ওয়্যার ঢুকাতে হবে।
- ৩। দেয়াল কাটার সময় সাবধানে হ্যামারের সাহায্যে চিজেলের মাথায় আঘাত করতে হবে, যেন হাতে না লাগে।
- ৪। সাবধানে কুন্ডুইট বাঁকাতে হবে, বাঁকানোর সময় অতিরিক্ত শক্তি প্রয়োগ করা উচিত নয়।
- ৫। সকেট, টি, বেড ইত্যাদি সঠিকভাবে ও আস্তে আস্তে লাগাতে হবে।
- ৬। কুন্ডুইটের ধারালো প্রান্তগুলো রিমার ফাইল দ্বারা মসৃণ করতে হবে যাতে তারের ইনসুলেশন নষ্ট না হয়।
- ৭। জি আই কুন্ডুইটের মধ্যে দিয়ে সাবধানে তার/ক্যাবল টানতে হবে।
- ৮। কুন্ডুইটের মধ্যে যেন পানি প্রবেশ না করে এবং পানি না আটকে থাকে, তার জন্য সামান্য ঢালু করে কুন্ডুইট বসাতে হবে।
- ৯। আর্থিং ভালো হতে হবে এবং ধাতব সরঞ্জাম যেন বডি না হয় তা দেখতে হবে।
- ১০। মরিচা হতে মুক্ত রাখার জন্য বাইরের প্যাঁচগুলোতে রং করতে হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। কুন্ডুইট ওয়্যারিং-এ পাইপের সর্ব নিম্ন ব্যাস কত হবে?
- ২। কুন্ডুইট ওয়্যারিং এর স্থায়ীত্ব কাল কত দিন?
- ৩। কুন্ডুইট ওয়্যারিং-এ খরচ কম না বেশি?
- ৪। কুন্ডুইট ওয়্যারিং-এ আগুন লাগার সম্ভাবনা কম না বেশি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। কুন্ডুইট ওয়্যারিং কী?
- ২। কুন্ডুইট ওয়্যারিং কত প্রকার ও কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। কুন্ডুইট ওয়্যারিং কাজে কী কী সতর্কতা মেনে চলতে হয়?
- ২। কুন্ডুইট বাঁকানোর পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ৩। কুন্ডুইট এর মধ্য দিয়ে তার টানার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ৪। কুন্ডুইট ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত ফিটিংস এর তালিকা দেখাও।
- ৫। কুন্ডুইট ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত সরঞ্জামাদির নাম লেখ।
- ৬। মেশিন শপে কোন ধরনের ওয়্যারিং করতে হয় যুক্তি সহকারে বুঝিয়ে দাও।

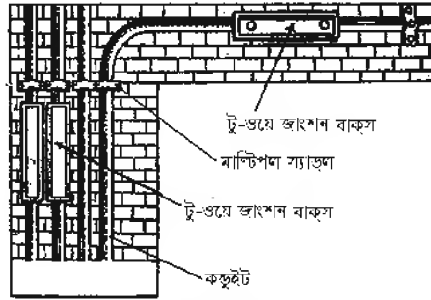
দ্বাদশ অধ্যায়

সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং

Surface Conduit Wiring

প্রায় সকল ওয়ার্কশপ, কলকারখানায় কন্ডুইট পাইপ দেয়ালের উপর দিয়ে বা মেঝেতে আটকিয়ে সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং করা হয়। আলোচ্য অধ্যায়ে সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং করতে প্রয়োজনীয় মালামালের সাইজ ও সংখ্যা, ওয়্যারিং করার পদ্ধতি ইত্যাদি বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

১২.১ সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং: কন্ডুইট পাইপ দেয়ালের উপর দিয়ে নিয়ে যে ওয়্যারিং করা হয়, তাকে সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং বলে। পরিবাহী তার/ ক্যাবলকে যান্ত্রিক আঘাত থেকে রক্ষার জন্য এবং ওয়্যারিং দীর্ঘস্থায়ী ও সৌন্দর্য বাড়াতে সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং করা হয়। বাজারে সাধারণত ৩ মিটার ও ৬ মিটার লম্বা বিভিন্ন সাইজের কন্ডুইট পাইপ পাওয়া যায়।



চিত্র ১২.১: সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং।

১২.২ সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং এর জন্য প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা: একটি সাধারণ সাইজের রুমের ওয়্যারিং করতে যে মালামালগুলো প্রয়োজন হবে সে গুলো-

ক্রমিক নং	মালামালের নাম ও বিবরণ	পরিমাণ
১.	পিয়ানো সুইচ, (২৫০ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার)	৪ টি
২.	টু-পিন সকেট, (২৫০ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার)	২ টি
৩.	পিতলের ব্রাকেট ও ব্রাকেট ল্যাম্প হোল্ডার, (২৫০ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার পিতলের)	২ টি
৪.	সিলিং রোজ, (২৫০ ভোল্ট, ৫ অ্যাম্পিয়ার)	২ টি
৫.	সিলিং ফ্যান, ১৪০ সেমি. সুইচ রেগুলেটরসহ	২ টি
৬.	কন্ডুইট, ১৩ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৭.	কন্ডুইট, ১৮ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৮.	কন্ডুইট, ২৫ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৯.	কন্ডুইট, ৩৮ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ

১.	কন্ডুইট, ৫০ মি.মি.	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
২.	স্যাডল (বিভিন্ন সাইজের)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৩.	বেন্ড (বিভিন্ন সাইজের)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৪.	সাধারণ বা সলিড টি	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৫.	সারকুলার বক্স (ওয়ান-ওয়ে, টু-ওয়ে, থ্রি-ওয়ে ইত্যাদি)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৬.	কাপলার (বিভিন্ন সাইজের)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৭.	রিডিউসার (বিভিন্ন সাইজের)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৮.	পাইপ ছক	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
৯.	ক্লিপ	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১০.	এম সি বি, ৩০ অ্যাম্পিয়ার	১ টি
১১.	সুইচ বোর্ড (২০ সে.মি. × ১৫ সে.মি.)	১ টি
১২.	জয়েন্ট বক্স (৮০ মি. মি. × ৮০ সে. মি.)	১ টি
১৩.	রাওয়াল প্লাগ ৬ × ২৫ মি. মি (ছোট সাইজ)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১৪.	রাওয়াল প্লাগ ৮ × ২৫ মি. মি. (বড় সাইজ)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১৫.	২৫ মি.মি. সাইজ উড জু	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১৬.	৩৮ মি.মি. সাইজ উড জু	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১৭.	৫০ মি.মি. সাইজ উড জু	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১৮.	সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার ১.৫ মি. মি.(লাল ও কালো)	প্রয়োজনীয় পরিমাণ
১৯.	১২ মি.মি. সাইজ ইনসুলেটিং টেপ	১ রোল
২০.	ফিস ওয়্যার	প্রয়োজনীয় পরিমাণ

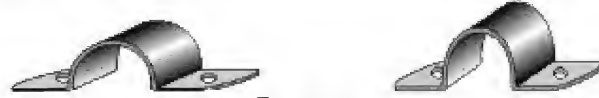
১২.৩ কন্ডুইটের সাইজ নির্বাচন পদ্ধতি: কন্ডুইটের সাইজ বলতে ইহার ব্যাসকেই বোঝায়। যা নির্ধারণে কন্ডুইটের মধ্যে দিয়ে টানা তারের সংখ্যা বিবেচনা করা হয়। কন্ডুইটের সাইজ নির্ধারণ পদ্ধতি একাদশ অধ্যায়ে ছক অনুযায়ী বর্ণনা করা হয়েছে। এ সাইজ নির্ধারণে তারের সাইজ, কাজের ধরন, কাজের ব্যয় ইত্যাদি বিবেচনা করা হয়।

১২.৪ স্যাডলের (Saddle) সাইজ ও সংখ্যা নির্ধারণ: সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং করতে হলে বন্ডিং-এর বহিঃপৃষ্ঠে কন্ডুইটগুলো এমনভাবে শক্ত করে স্থাপন করতে হবে, যাতে বাইরের ছোটখাটো আঘাত হতে রক্ষা পায় এবং ওয়্যারিং হেলে না যায় বা ঢিলে না হয়। অর্থাৎ কন্ডুইটকে উপযুক্ত স্যাডলের মাধ্যমে আটকাতে হবে। আর এ স্যাডল কন্ডুইটের সাইজ বা ব্যাস হিসেবে নিয়ম মাসিক নির্দিষ্ট দূরত্বে স্থাপন করতে হবে।

স্যাডল এর সংখ্যা নির্ধারণের জন্য প্রথমে ওয়্যারিং এর নকশা দেখে কোন সাইজের পাইপ বা কন্ডুইটের মোট সৈর্য কত তা নির্ণয় করতে হবে। অতঃপর বিভিন্ন সাইজের কন্ডুইটের সৈর্য মিটারে যত হবে উক্ত সাইজের জন্য নির্দিষ্ট স্যাডলের পরিমাণ হবে তার মিটার সৈর্যের সংখ্যামানের ৩৩% বেশি। অর্থাৎ কোন সাইজের কন্ডুইট এর সৈর্য ২০ মিটার হলে উক্ত সাইজের স্যাডল এর সংখ্যা হবে $20 \times 1.33 = 27$ টি। প্রতি দুইটি স্যাডলের মধ্যে দূরত্ব হবে ০.৭৫ মিটার। তবে পাইপের টেনিং বা ব্রাঞ্চ এর ক্ষেত্রে সংযোগ পরেটের ০.২৫ থেকে ০.৩৫ মিটারের মধ্যে একটি করে স্যাডল ব্যবহার করতে হবে। এইভাবে স্যাডল এর পরিমাণ নির্ণয় করা হয়।

বাক্সের ভিন্ন ভিন্ন মাপের কন্ডুইটের জন্য ভিন্ন ভিন্ন মাপের স্যাডল পাওয়া যায়। তাছাড়া আকৃতি বিবেচনায় চার ধরনের স্যাডল পাওয়া যায়। নিচে একজোর ড্রসিং কর্তৃক দেওয়া হলো। স্যাডলগুলো রাঙাল গ্রাণ এবং কুর মাধ্যমে দেয়াল, মেঝে বা ছাদে আটকানো হয়। ওয়্যারিংয়ের মোট দূরত্ব হিসেব করে স্যাডলের সংখ্যা বের করা হয়। হিসেব শেষে প্রয়োজন অপেক্ষা ২০% বেশি নিতে হবে।

ক) স্ট্রীপ স্যাডল: যেখানে কন্ডুইট স্থাপনের জন্য দেয়াল থেকে কোন দূরত্ব রাখার প্রয়োজন হয় না সেখানে স্ট্রীপ স্যাডল ব্যবহার করা হয়। কন্ডুইটের সাইজ অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজের স্ট্রীপ স্যাডল পাওয়া যায়। নিচের ডিয়ে দেখানো হয়েছে। ডিয়ে ১২.২।



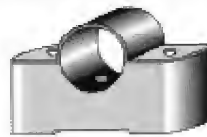
ডিয়ে ১২.২

খ) স্পেসার বার স্যাডল: যেখানে কন্ডুইট স্থাপনের জন্য দেয়াল বা ছাদের বহিঃপৃষ্ঠ থেকে সামান্য স্পেস বা ফাঁক রাখার প্রয়োজন হয় সেখানে স্পেসার বার স্যাডল ব্যবহার করা হয়। এতে স্পেসার হিসেবে ৩ মি.মি. পুরু একটি বার ব্যবহার করা হয়। কন্ডুইটের সাইজ অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজের স্পেসার বার স্যাডল পাওয়া যায়, যা নিচের ডিয়ে দেখানো হয়েছে।



ডিয়ে ১২.৩

গ) ডিস্ট্যান্স স্যাডল: যেখানে কন্ডুইট স্থাপনের জন্য দেয়াল বা ছাদের বহিঃপৃষ্ঠ থেকে এক সেন্টিমিটারের মত স্পেস বা ফাঁক রাখার প্রয়োজন হয় সেখানে ডিস্ট্যান্স স্যাডল ব্যবহার করা হয়। এ ধরনের স্যাডল সাধারণত ঢালাই লোহার তৈরি হয়। কন্ডুইটের সাইজ অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজের ডিস্ট্যান্স স্যাডল পাওয়া যায়। ডিয়ে ১২.৪।



ডিয়ে ১২.৪

ঘ) মাল্টি স্যাডল: যেখানে একাধিক কন্ডুইট সমান্তরালে স্থাপনের প্রয়োজন হয় সে ক্ষেত্রে দেয়াল বা ছাদের বহিঃপৃষ্ঠ সারকেন্স কন্ডুইট ওয়্যারিং এর কাজে মাল্টি স্যাডল ব্যবহার করা হয়। কন্ডুইটের সাইজ অনুযায়ী বিভিন্ন সাইজের ৩ বিভিন্ন সংখ্যক কন্ডুইট স্থাপনের জন্য ভিন্ন ভিন্ন ধরনের মাল্টি স্যাডল পাওয়া যায়, যা নিচের ডিয়ে দেখানো হয়েছে।



ডিয়ে ১২.৫

১২.৫ সারফেস কন্ডুইটের ব্যবহার: সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং স্থাপন, রক্ষণাবেক্ষণের সুবিধা, নিরাপত্তা ইত্যাদি কারণে যে সমস্ত জায়গায় সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং ব্যবহার করা হয় তা উল্লেখ করা হলো

- ১। ওয়ার্কশপ ও কলকারখানায়।
- ২। সিনেমা হলো, অডিটোরিয়াম এবং কনফারেন্স হলে।
- ৩। সঁাতসঁ্যাতে স্থানে।
- ৪। রাসায়নিক দ্রব্য প্রক্রিয়াজাত বা উৎপাদন কারখানায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং এ কত প্রকার ক্যাবল কন্ডুইট ব্যবহার করা হয়।
- ২। সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং এ পাইপের সর্ব নিম্ন ব্যাস কত হবে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং বলতে কী বোঝায়?
- ২। স্যাডল এর সাইজ কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?
- ৩। সাডল এর সংখ্যা কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?
- ৪। সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং-এ খরচ কম না বেশি ব্যাখ্যা কর।
- ৫। সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং এর ৩ টি ব্যবহার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সারফেস কন্ডুইট ওয়্যারিং এর প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা প্রস্তুত কর।
- ২। কন্ডুইটের সাইজ নির্বাচন করা বর্ণনা কর।

ত্রয়োদশ অধ্যায়

কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং

Concealed Conduit Wiring

আর্থিক সমস্যা না থাকলে প্রায় সকল দালানে কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং ব্যবহৃত হয়ে থাকে। পিভিসি অথবা জিআই কন্ডুইট দেয়ালের ভিতর এবং ছাদে কন্ডুইট বসিয়ে ফিস ওয়্যার ঢুকানো থাকে। পরে বিল্ডিং এর কাজ শেষ হলে নিয়ম মোতাবেক বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করা হয়। এ ধরনের ওয়্যারিং খরচ বেশি কিন্তু সুবিধা অনেক। এ অধ্যায় পাঠে কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এ প্রয়োজনীয় মালামাল নির্বাচন, ওয়্যারিং পদ্ধতি, ফিটিংস বসানো, কাজে সতর্কতা ইত্যাদি বিষয়ে জানা যাবে।

১৩.১ কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং: ছাদ ও দেয়ালের মধ্যে খাঁজ কেটে কন্ডুইট পাইপ (জিআই/ পিভিসি) বসিয়ে যে ওয়্যারিং করা হয়, তাকে কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং বলা হয়। পাইপ বসানোর পর প্লাস্টার করে পাইপ ঢেকে দেওয়া হয়, ফলে এ ওয়্যারিং চোখে দেখা যায় না। কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এজিআই বা পিভিসি পাইপ ব্যবহার করা হয়। অবকাঠামো নির্মাণে ছাদ ঢালাইয়ের আগে ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী কন্ডুইট স্থাপন করতে হয়। দেয়াল প্লাস্টারের আগে দেয়ালে খাঁজ কেটে ডিবি বক্স, মেইন সুইচ, এসডিবি, কন্ডুইট বসানো জন্য জায়গা করতে হয়, যার ফলে ফিটিংসসমূহ বাহির থেকে দেখা যাবে না। সকল কাজই ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী হতে হবে। আধুনিক বাড়ি-ঘর, দালান-কোঠা, অফিস-আদালত ইত্যাদি ক্ষেত্রে এ ওয়্যারিং ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। পরিবাহী তারকে বাহিরের আঘাত থেকে রক্ষার জন্য এবং দুর্ঘটনা কমানোর জন্য এ ধরনের ওয়্যারিং খুব উপযোগী। কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এ ব্যয় বেশি হলেও দেখার সৌন্দর্যসহ অন্যান্য সুবিধা বেশি।

১৩.২ কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এর প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা: কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামালের প্রয়োজন সেগুলোর তালিকা দ্বাদশ অধ্যায়ের ১২.২এ উল্লেখ করা হয়েছে।

১৩.৩ কন্ডুইটের সাইজ নির্বাচন: কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং করতে প্রয়োজনীয় সাইজের কন্ডুইটের জন্য প্রয়োজনীয় বিষয়গুলো একাদশ অধ্যায়ে উল্লেখ করা হয়েছে।

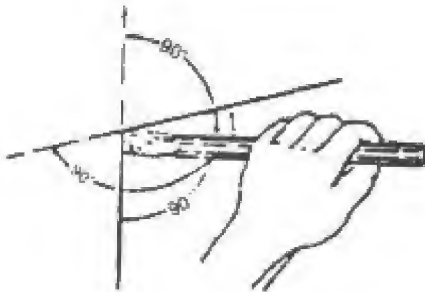
১৩.৪ দেওয়ালে খাঁজ কাটার পদক্ষেপ: দেওয়ালে খাঁজ কাটার প্রয়োজনীয় পদক্ষেপ ও পদ্ধতি নিচে উল্লেখ করা হলো।

- ১। দেওয়ালে খাঁজ কাটার জন্য প্রয়োজনীয় টুলস ও সরঞ্জামাদি সংগ্রহ করতে হবে।
- ২। দেওয়ালে চিহ্নিত নকশা বা লে-আউট অনুযায়ী খাঁজ কাটতে হবে। সে লক্ষ্যে প্রথমে সঠিকভাবে দেওয়ালে দাগ টেনে নিতে হবে এবং পূর্ব থেকে বা ছাদ ঢালাইয়ের সময় ছাদে প্রয়োজনীয় কন্ডুইট বসানো থাকে।
- ৩। ছিটকে পড়া ক্ষুদ্র ভাঙ্গা অংশ হতে চোখ রক্ষা করার জন্য চোখে নিরাপদ গগলস পরিধান করতে হবে, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

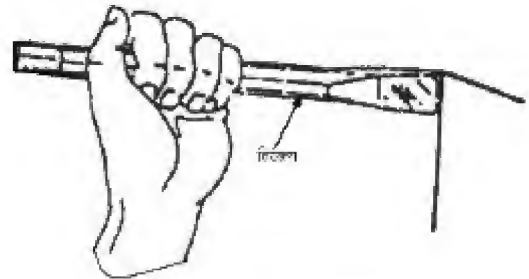


চিত্র ১৩.১: চোখে নিরাপদ গগলস পরিধান।

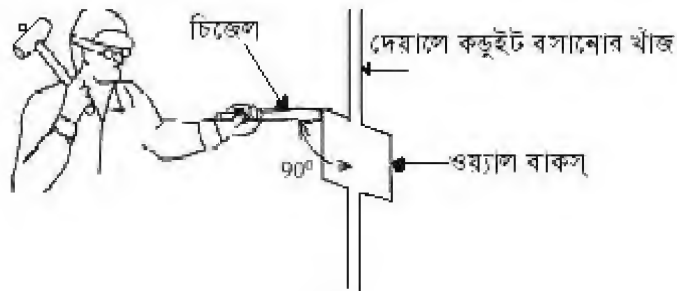
৪। চিহ্নিত স্থানের উপরের একটি কোণার ২৫ মি. মি. চওড়া ব্রডব্লক চিজেল দৃঢ়ভাবে দেয়ালের বহিঃপৃষ্ঠের সাথে প্রায় সমকোণে স্থাপন করতে হবে, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১৩.২(ক): ২৫ মি. মি. চওড়া ব্রডব্লক চিজেল।



(খ) দেয়ালের সাথে সমকোণে চিজেল।



চিত্র ১৩.৩: চিজেল দিয়ে দেয়ালে ফিটিংস বসানোর বন্ধ ও কন্ট্রাইট বসানোর খাঁজ।

৫। হাতুড়ির প্রতি আঘাতে চিজেলের চওড়া পরিমাপ অংশ কাটিতে কাটিতে বর্গাকৃতি খাঁজের চিহ্নিত রেখা বরাবর অবসর হতে হবে।

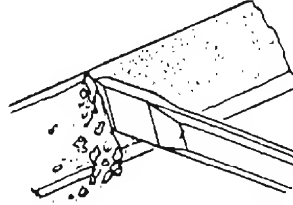


চিত্র ১৩.৪: চিজেল ৪৫ ডিগ্রি কোণে চালানো।

৬। এখন চিজেলকে আনুমানিক ৪৫ ডিগ্রি কোণে ধরে বর্গাকৃতি চিহ্নিত স্থানের ভিতর হতে খাঁজে খাঁজে সমান্তরালে এবং ক্রমাগতভাবে কাটতে হবে। খাঁজের প্রয়োজনীয় গভীরতায় পৌঁছা পর্যন্ত বারবার এ প্রক্রিয়া চলতে থাকবে। খাঁজের গভীরতা অপেক্ষাকৃত বেশি হলে এর কেন্দ্রবিন্দু হতে কাটা আরম্ভ করে প্রান্তের দিকে অগ্রসর হওয়া সুবিধাজনক।

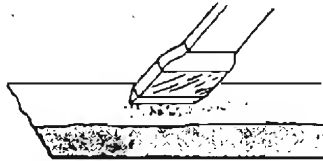
৭। দেয়ালে স্থাপিত এবং প্লাস্টার করার একটি পিভিসি মাউন্টিং ব্লক অনুসারে কাটতে হবে।

৮। মাউন্টিং ব্লক এবং ওয়াল বক্সের জন্য দেয়ালে খাঁজ কাটার কাজ সম্পন্ন হলে, কন্ডুইটের জন্য খাঁজ কাটার কাজ আরম্ভ করা যায়। এ কাজের জন্য ২৫ মি. মি. চওড়া ব্রেডসম্পন্ন চিজেল ব্যবহার করা যায়।



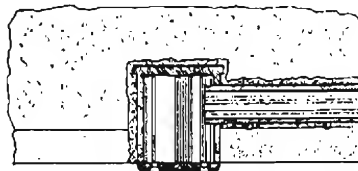
চিত্র ১৩.৫: কন্ডুইটের জন্য খাঁজকাটার কাজ।

১৩। খাঁজের ভিতর দেয়ালগুলো ২৫ মি. মি. চওড়া ব্রেডসম্পন্ন চিজেলের সাহায্যে পরিষ্কার করা যেতে পারে, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১৩.৬: খাঁজের ভিতরের দেয়ালগুলো ২৫ মি.মি. চওড়া ব্রেডসম্পন্ন চিজেলের সাহায্যে পরিষ্কার করা

১৪। দেয়ালে প্রতি প্লাস্টার করা একটি ওয়াল বক্সের সমন্বয়ে একটি কন্ডুইটের প্রস্থচ্ছেদ নকশা চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১৩.৭: দেয়ালে স্থাপিত প্লাস্টার করা একটি ওয়াল বক্সের সমন্বয়ে একটি কন্ডুইটের প্রস্থচ্ছেদ।

১৩.৫ কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এ সুইচ বোর্ড ও ফিটিংস বসানোর পদ্ধতি:

ফিক্সার : ফিক্সার হচ্ছে এমন সব হার্ডওয়্যার সামগ্রী যেগুলো দেয়ালের সাথে বৈদ্যুতিক ফিটিংসসমূহ আটকানো কাজে ব্যবহৃত হয়। আবার কিছু কিছু বৈদ্যুতিক সরঞ্জামও ফিক্সারের অন্তর্ভুক্ত।

ফিক্সারের নাম: কন্ডুইট বা কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত কতকগুলো ফিক্সারের নাম নিচে দেয়া হলো, যেগুলোর বিভিন্ন সাইজ ব্যবহার করা হয়।

১। কাপলার	২। লক নাট	৩। স্যাডল
৪। মেশিন স্ক্রু	৫। কট স্ক্রু	৬। ক্লিপ
৭। কানেক্টর	৮। পেরেক	৯। হুক
১০। রিডিউসার	১১। বেড	১২। স্টপিং প্লাগ
১৩। রাওয়াল প্লাগ	১৪। স্ক্রু	১৫। বুশ
১৬। কর্নার	১৭। ক্লিপ ও স্যাডল	১৮। ফ্লেক্সিবল কন্ডুইট ইত্যাদি।

ফিটিংস: বৈদ্যুতিক বাতির হোল্ডারের শেডসহ ধরে রাখার জন্য সমস্ত সরঞ্জাম যেগুলো ব্যবহার করে বিদ্যুৎ ব্যবহারে সুবিধা ভোগ করা যায় সেগুলোকে বৈদ্যুতিক ফিটিংস বলে। ইহা বৈদ্যুতিক ইনস্টলেশনের অংশ বিশেষ।

নিচে প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সাইজ ও ধরনের ফিটিংস এর নামের তালিকা দেওয়া হলো।

১। পিভিসি/জিআই কন্ডুইট	২। ল্যাম্প হোল্ডার
৩। সকেট আউটলেট	৪। সিলিং রোজ
৫। সার্কিট ব্রেকার	৬। মেইন সুইচ
৭। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	৮। সাব-ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড
৯। সুইচ	১০। চেঞ্জ ওভার সুইচ
১১। সুইচ বোর্ড	১২। জাংশন বক্স
১৩। এম সি বি	১৪। ফিউজ
১৫। সিলিংরোজ	১৬। আর্থিং ক্ল্যাম্প ইত্যাদি।

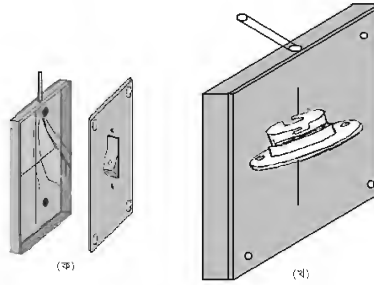
কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এ সুইচ বোর্ড বসানোর পদ্ধতি: যে ধাপসমূহ মেনে কনসিল্ড কন্ডুইট ওয়্যারিং এ সুইচ বোর্ড বসানো হয় তা হলো-

- ১। নির্দিষ্ট সুইচ ও টুলস বাছাই করতে হবে।
- ২। সুইচের কভার বা ঢাকনা খুলতে হবে।
- ৩। সুইচের অবস্থা চিহ্নিতপূর্বক তারের জন্য বোর্ডে ছিদ্র করতে হবে।
- ৪। প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের ইনসুলেশন খুলে ইনসুলেশন মুক্ত অংশটি পরিষ্কার করতে হবে।
- ৫। ছিদ্র দিয়ে তার ঢুকিয়ে টার্মিনাল পোস্টে সংযোগকারী স্ক্রু গুলো টিলা করতে হবে।
- ৬। টার্মিনাল পোস্টে তার সম্পূর্ণভাবে ঢুকাতে হবে।

৭। সংযোগকারী কুণ্ডলো দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে এবং সুইচের অপর অংশের লাগাতে হবে। এবং পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে পরীক্ষা করতে হবে।

কনসিস্ট কন্ডুইট ওয়্যারিং এ ফিটিংস বসানোর পদ্ধতি: নিচে ওয়্যারিং এ ফিটিংস বসানোর পদ্ধতি দেওয়া হলো।

- ১। নির্দিষ্ট হোল্ডার ও টুলস বাছাই করতে হবে।
- ২। হোল্ডারের অবস্থান চিহ্নিতপূর্বক নিচের অংশটি খুলতে হবে।
- ৩। বোর্ডের তারের জন্য ছিদ্র করে ছিদ্র দিয়ে তার ঢুকাতে হবে।
- ৪। প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের ইনসুলেশন খুলে, মুক্ত অংশটি পরিষ্কার করতে হবে।
- ৫। সংযোগকারী কুণ্ডলো ঢিলা করে টার্মিনাল পোস্টে তার ঢুকাতে হবে।
- ৬। সংযোগকারী কুণ্ডলো দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে এবং হোল্ডারের উভয় অংশে আটকাতে হবে।
- ৭। হোল্ডার বোর্ডে ক্লু দিয়ে আটকাতে হবে।



চিত্র ১৩.৮: কনসিস্ট কন্ডুইট ওয়্যারিং এ ফিটিংস বসানোর পদ্ধতি।

১৩.৬ কনসিস্ট কন্ডুইটের ব্যবহার: কনসিস্ট কন্ডুইটের ওয়্যারিংয়ের ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ ওয়্যারিং সাধারণত আধুনিক বাসা-বাড়িতে, অফিস-আদালতে, হাসপাতালে, সিনেমা হলে, কমিউনিটি সেন্টারে, অডিটোরিয়ামে, মসজিদ, মন্দির ইত্যাদি স্থানে ব্যবহার করা হয়।

১৩.৭ কাজের সময় সতর্কতা: কনসিস্ট কন্ডুইট ওয়্যারিং করার সময় মালামাল/সরঞ্জামাদি নির্বাচন, কন্ডুইট স্থাপন, ফিসওয়্যার ঢুকানো, তার টানাসহ বিভিন্ন কাজে যে বিষয় গুলোকে সতর্কতা মানতে হয় সেগুলো হলো-

- ১। কাজের সময় সেফটি গগলস অবশ্যই পড়তে হবে।
- ২। দেয়াল কাটার সময় চিজিলের মাথায় হ্যামার দিয়ে সাবধানে আঘাত করতে হবে যেন হাতে না লাগে।
- ৩। কন্ডুইট সঠিকভাবে বাঁকাতে হবে এবং অতিরিক্ত শক্তি প্রয়োগ করা যাবে না।
- ৪। কন্ডুইট স্থাপনে সময় একটির উপর অন্যটি যেন না বসে।
- ৫। ফিসওয়্যার ঠিকমতো ঢুকাতে হবে।
- ৬। জি আই কন্ডুইটের ভিতর দিয়ে সাবধানে তার/ক্যাবল টানতে হবে, যেন পরিবাহীর ইনসুলেশন ক্ষতিগ্রস্ত না হয়।
- ৭। ব্যবহৃত ধাতব সরঞ্জাম যেন কন্ডুইটের সাথে যুক্ত না হয়।
- ৮। আর্থিং ভালো হতে হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। কন্ট্রাইট কী দিয়ে তৈরি?
- ২। কন্ট্রাইটের সাইজ কিসের উপর নির্ভর করে?
- ৩। কনসিল্ড ওয়্যারিং এ কখন কন্ট্রাইট বসাতে হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। কনসিল্ড কন্ট্রাইট ওয়্যারিং কাকে বলে?
- ২। কন্ট্রাইটের সাইজ কিভাবে নির্বাচন করতে হয়?
- ৩। কনসিল্ড কন্ট্রাইটের ব্যবহার উল্লেখ কর।
- ৪। দেওয়ালে খাঁজ কাটার সময় কী কী সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়?
- ৫। কনসিল্ড কন্ট্রাইট ওয়্যারিং এর সুবিধা লেখ।
- ৬। কনসিল্ড কন্ট্রাইট ও সারফেস কন্ট্রাইট ওয়্যারিং এর মধ্যে কোন্টি ভালো উত্তরের স্বপক্ষে মতামত লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। কনসিল্ড কন্ট্রাইট ওয়্যারিং এর প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা প্রস্তুত কর।
- ২। কনসিল্ড কন্ট্রাইটের সাইজ নির্বাচন করা বর্ণনা কর।

চতুর্দশ অধ্যায়











ওয়ায়রিং কাজে ব্যবহৃত সার্কিট

Circuits Used In Wiring

বৈদ্যুতিক ওয়ায়রিং কাজে যে সমস্ত সাংকেতিক চিহ্ন ব্যবহৃত হয় সেগুলোকে প্রতিক এবং প্রতিকসমূহ যে সার্কিট ব্যবহৃত হয় তাকে বৈদ্যুতিক সার্কিট বলে। বৈদ্যুতিক লোড নিয়ন্ত্রণ ও রক্ষণাবেক্ষণের জন্য বিভিন্ন ধরনের ডিভাইস বা সরঞ্জাম ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক সার্কিট তৈরিতে এ প্রতিকগুলো যথাযথভাবে বসিয়ে সার্কিট গঠন করা হয় যাতে তারের সূচু বিন্যাস করা থাকে।

১৪.১ ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটে ব্যবহৃত সাংকেতিক চিহ্ন বা প্রতিকসমূহ: বৈদ্যুতিক কাজের জন্য যে সমস্ত সার্কিট তৈরি করা হয় সেগুলোতে নিচের প্রতিকগুলো ব্যবহৃত হয়।

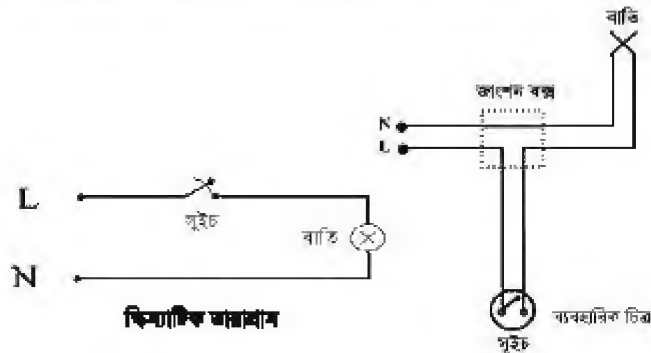
সার্কিট চিত্রে ব্যবহৃত প্রতিকসমূহের তালিকা:

ক্রমিক নং	সরঞ্জামের নাম	প্রতিক
১.	ওয়ান ওয়ে সিঙ্গেল পোল (One way single pole)	
২.	ওয়ান ওয়ে টু-পোল (One way two pole)	
৩.	টু ওয়ে সিঙ্গেল পোল (Two way single pole)	
৪.	ইন্টারমেডিয়েট (Intermediate)	
৫.	পুশ বট্‌ন সুইচ মেক-কন্টাক্টসহ (Push button switch with make contact)	
৬.	একটি খোলার কন্টাক্টসহ (With one break contact)	
৭.	সংযোগের পূর্বে খোলার কন্টাক্টসহ (With one break before make contact)	
৮.	তিন ফেজ বিদ্যুৎ সরবরাহ ফেজসমূহ (Terminals of a 3 phase electrical supply system)	L ₁ L ₂ L ₃
৯.	তিন ফেজ বিদ্যুৎ সরবরাহ ফেজসমূহ (Terminals of a 3 phase electrical supply system)	R Y B
১০.	নিউট্রাল (Neutral)	N
১১.	সংযোগকারী লাইন, সাধারণ তার (Connecting line, wire general)	
১২.	প্রটেকটিভ আর্থ লাইন (Protective earth line)	
১৩.	ক্রসিং (Crossing)	

১৪.	স্থায়ী সংযোগ (Fixed connection)	
১৫.	আর্থের সংযোগকারী স্থান (Connection point for protective earth)	
১৬.	ইলেকট্রিক ল্যাম্প (Electric Lamp)	
১৭.	টু-পিন সকেট (Two Pin Socket)	
১৮.	সকেট আউটলেট, সিঙ্গেল ফেজ প্রটেকটিভ আর্থ সহ (single phase socket outlet, with protective earth contact)	
১৯.	টু-পিন সুইচ সকেট কম্বিনেশন (Two Pin Switch Socket Combine)	
২০.	থ্রি-পিন সুইচ সকেট কম্বিনেশন Three Pin Switch Socket Combine)	
২১.	ব্যাটারি (Battery)	
২২.	ইলেকট্রিক বেল (Electric bell)	
২৩.	ওয়ান ওয়ে সিঙ্গেল পোল সুইচ (One way single pole switch)	
২৪.	ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্প (Fluorescent lamp)	
২৫.	ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের স্টার্টার (Fluorescent lamp Starter)	
২৬.	ফ্লুরোসেন্ট ল্যাম্পের চোক কয়েল (Ballast for fluorescent lamp)	
২৭.	তিনটি মেইন কন্টাক্টসহ ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর (Magnetic Contactor with Three Main Make Contacts)	
২৮.	তিনটি মেই কন্টাক্ট এক ওভার ক্যারেন্ট ট্রিপিং ফোলসহ ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর (Magnetic Contactor with Three main contacts and thermal over current protection.)	
২৯.	সিঙ্গেল ফেজ সার্কিট ব্রেকার (Single phase Circuit Breaker)	
৩০.	থ্রি-ফেজ সার্কিট ব্রেকার (Three phase Circuit Breaker)	
৩১.	সিলিং ফ্যান (Ceiling Fan)	
৩২.	ব্রাকেট ফ্যান (Bracket Fan)	
৩৩.	আর্থিং (Earthing)	

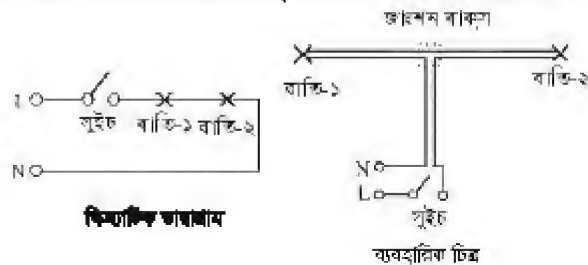
৩৫.	এনার্জি মিটার (Energy Meter)	
৩৬.	জংশন বক্স (Junction box)	
৩৭.	ইলেকট্রিক মোটর (Electric Motor)	
৩৮.	ক্যাপাসিটর (Capacitor)	
৩৯.	ইলেকট্রিক ফিউজ (Electric fuse)	
৪০.	পরিবর্তনীয় রেজিস্টর (Variable resistor)	
৪১.	পাইলট ল্যাম্প (Pilot Lamp)	
৪২.	মেইন সুইচ (পাওয়ার)	
৪৩.	মেইন সুইচ (লাইটিং)	
৪৪.	সিলিং রোজ (Ceiling Rose)	

১৪.২ নিচে একটি সুইচ দ্বারা একটি বাতি নিয়ন্ত্রণের সার্কিট চিত্র দেখানো হলো।



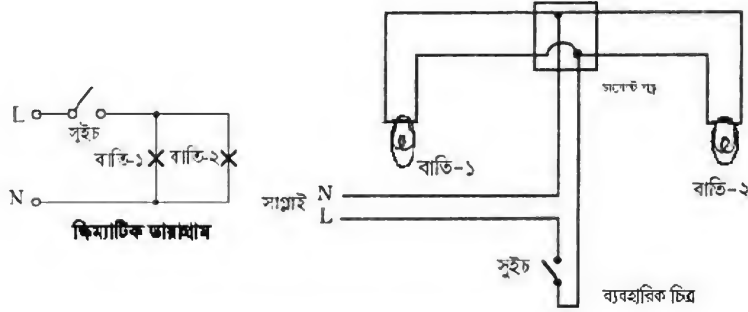
চিত্র ১৪.১: একটি (এসপিএসটি) সুইচ দ্বারা একটি বাতি নিয়ন্ত্রণের কিন্যাটিক আয়োজ্যম ও ব্যবহারিক চিত্র।

১৪.৩ নিচে একটি সুইচ দ্বারা সিরিজে সংযোজিত দুইটি বাতি নিয়ন্ত্রণের সার্কিট দেখানো হলো।



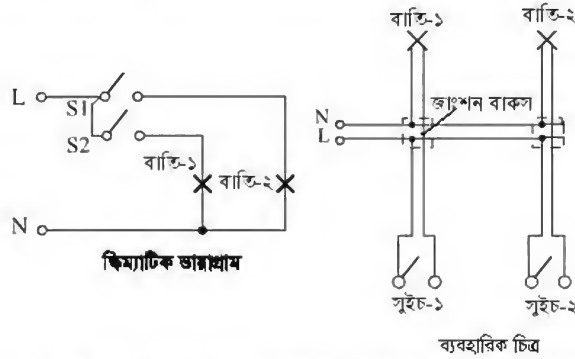
চিত্র ১৪.২: একটি (এসপিএসটি) সুইচ দ্বারা দুইটি বাতি সিরিজে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট।

নিচে একটি সুইচ দ্বারা দুইটি বাতি প্যারাললে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট দেখানো হলো।



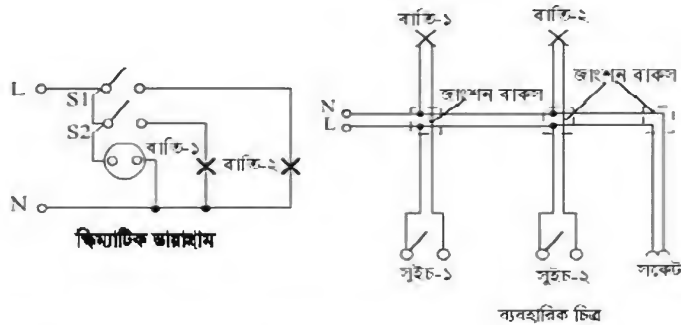
চিত্র ১৪.৩: একটি সুইচ দ্বারা দুইটি বাতি প্যারাললে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট।

১৪.৪ নিচে দুইটি বাতি দুইটি সুইচ দ্বারা এককভাবে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট দেখানো হলো।



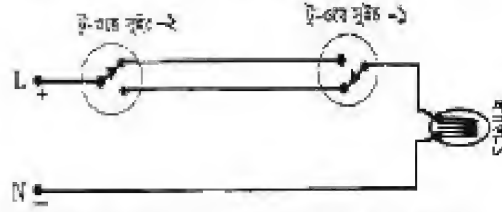
চিত্র ১৪.৪: দুইটি বাতি দুইটি সুইচ দ্বারা আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট।

নিচে দুইটি বাতি, দুইটি সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রণ এবং একটি সকেট সংযোগের সার্কিট দেখানো হলো।

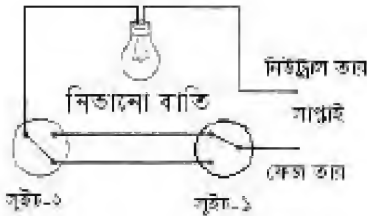


চিত্র ১৪.৫: দুইটি বাতি, দুইটি সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রণ এবং একটি সকেট সংযোগের সার্কিট।

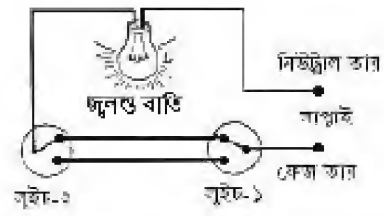
১৪.৫ নিচে একটি বাতি দুইটি সুইচ দ্বারা স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট দেখানো হলো।



(ক) উভয় সুইচের অবস্থানে বাতির নিভানো অবস্থা



(খ) সুইচ-১ এর অবস্থান পরিবর্তনে বাতি জ্বলছে



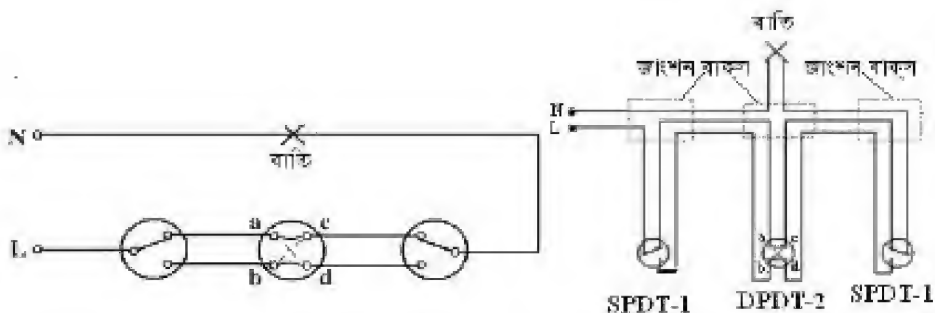
(গ) সুইচ-২ এর অবস্থান পরিবর্তনে বাতি নিভানো



(ঘ) সুইচ-১ অবস্থান পরিবর্তনে বাতি জ্বলছে।

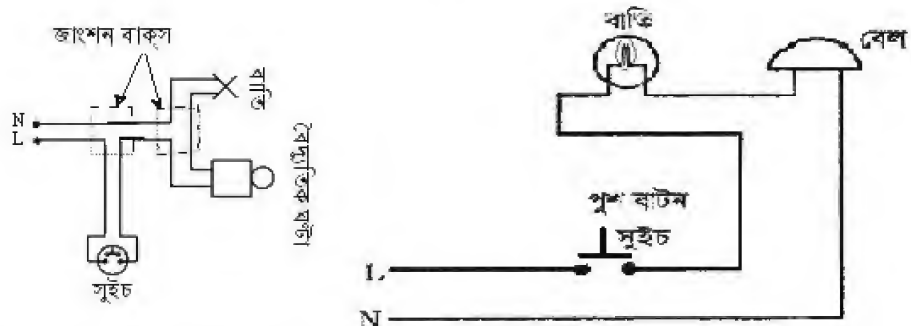
চিত্র ১৪.৬: একটি বাতি দুইটি সুইচ দ্বারা স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণের ব্যবহারিক ডায়গ্রাম ও কানেকশন ডায়গ্রাম দেখানো হয়েছে।

১৪.৬ নিচে চিত্রে একটি বাতি তিনটি সুইচ দ্বারা স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট দেখানো হলো। এ ধরনের সার্কিট সিঙ্ক্রি বাতি নিয়ন্ত্রণে প্রয়োজন হয়।



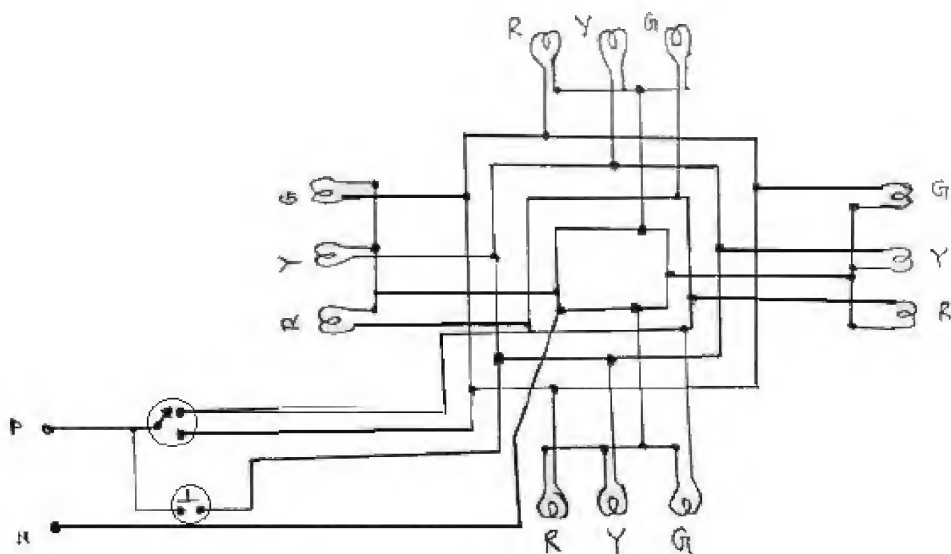
চিত্র ১৪.৭: একটি বাতি তিনটি সুইচ দ্বারা স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণের ব্যবহারিক ডায়গ্রাম ও কানেকশন ডায়গ্রাম।

১৪.৭ নিচে চিত্রে একটি কলিং বেল একটি পুশ সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রণের সার্কিট দেখানো হলো।



চিত্র ১৪.৮: কলিং বেল একটি পুশ সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রণের ব্যবহারিক ডায়াগ্রাম ও কানেকশন ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।

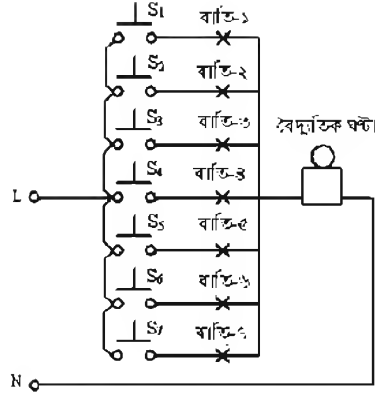
১৪.৮ নিচের চিত্রে ট্রাফিক সিগন্যাল বাতির সার্কিট দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১৪.৯: ট্রাফিক সিগন্যাল বাতির সার্কিট।

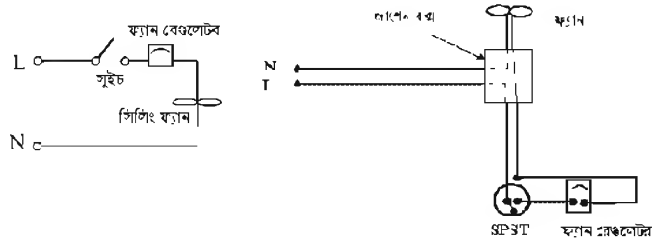
উপরের ট্রাফিক কন্ট্রোল সার্কিট চিত্রে একটি ওয়ান পোল টু ওয়ে ইলেকট্রনিক কন্ট্রোল সুইচ ব্যবহার করে লাল, হলুদ ও সবুজ বাতির নিয়ন্ত্রণ দেখানো হয়েছে। তিন ধরনের সিগন্যালের জন্য ৪টি অবস্থানে ৪টি করে বাতি একসাথে জ্বলবে। সুইচের অবস্থান ১ এর জন্য লম্বালিঙ্গভাবে সবুজ বাতি এবং ডানে ও বামে (আড়াআড়িভাবে) লাল বাতি জ্বলবে। অবস্থান ৩ এর জন্য প্রয়োজন অনুসারে হলুদ বাতি জ্বলবে। অবস্থান ৪ এর জন্য সামনে ও পিছনে (লম্বালিঙ্গভাবে) লাল বাতি এবং ডানে ও বামে সবুজ বাতি জ্বলবে।

নিচে চিত্রে হোস্টেলে কলিং বেল সিস্টেম এর সার্কিট দেখানো হয়েছে। মাল্টিস্টোরেজ হোস্টেলে এ ধরনের কলিং বেল সিস্টেম ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ১৪.১০ : হোস্টেলে কলিং বেল সিস্টেম এর সার্কিট।

১৪.৯ নিচে একটি সিলিং ফ্যান সুইচ ও রেগুলেটরের সাহায্যে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট দেখানো হলো।

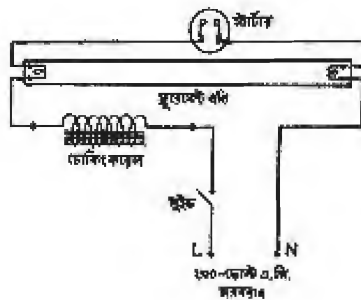


চিত্র ১৪.১১ : একটি সিলিং ফ্যান সুইচ ও রেগুলেটরের সাহায্যে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট।

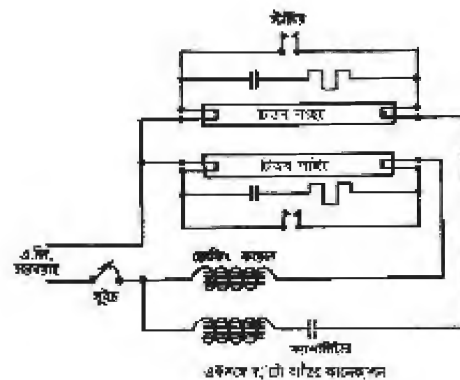
আমাদের দেশের বিদ্যুৎ ব্যবহারকারী বা গ্রাহকেরা সবাই বিদ্যুৎ এর যে ব্যবহার করে তা হলো লাইটিং। লাইটিং সিস্টেমে টিউব লাইটের ব্যবহার ব্যাপক সাড়া জাগায়। টিউব লাইটকে ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্পও বলে। একটি কাঁচ টিউবের ভিতরে নিষ্ক্রিয় আর্গন ও নিয়ন গ্যাস এবং সামান্য পারদ ভর্তি করে এই লাইট তৈরি করা হয়। ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প স্টার্টার, চোক কয়েল থাকে। তুলনামূলকভাবে এ বাতির কর্মক্ষমতা বেশি হয়। সার্কিট চিত্র ১৪.১২ ও ১৪.১৩ তে একটি টিউব লাইট এর সার্কিট চিত্র দেখানো হলো। টিউব লাইটে প্রাথমিক খরচ বেশি। এ ধরনের লাইটিং এ বিভিন্ন রকমের সুবিধার মধ্যে কম পাওয়ার ব্যয় করে বেশি আলো পাওয়া এবং তাপ কম হয়। আর টিউব লাইটের আলো চোখের জন্য ভালো। আলোকচ্ছেটা ত্রুটি দূর করার জন্য কল-কারখানায় ২ টি টিউব একত্রে ব্যবহার করা হয়। সাধারণভাবে ২ ফুট বা ০.৬১ মিটার, ২০ ওয়াট আর ৪ ফুট বা ১.২২ মিটার ৪০ ওয়াট এবং ৫ ফুট বা ১.৫২ মিটার, ৮০ ওয়াট টিউব লাইট পাওয়া যায়। আলোচ্য অধ্যায়ে টিউব লাইটে ব্যবহৃত চোক কয়েল ও স্টার্টারের কাজ ও ব্যবহার নিয়ে আলাচনা করা হবে।

১৪.১০ টিউব লাইট সার্কিট: টিউব লাইটের কর্ম ক্ষমতা বেশি। ফ্লোরোসেন্ট টিউব লাইটের সার্কিট চিত্রসহ কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হলো। ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প জ্বালানোর জন্য সুইচ ছাড়া আরও কিছু জিনিসের প্রয়োজন হয়। যেমন: (১) চোক কয়েল বা ব্যালাস্ট ও (২) একটি স্বয়ংক্রিয় সুইচ বা স্টার্টার। চোক কয়েল বা ব্যালাস্টকে ল্যাম্পের সাথে সিরিজ সংযোগ করতে হয়। চোক কয়েলের ভিতর দিয়ে এসি কারেন্ট প্রবাহে বাধা দান করে এবং কারেন্ট প্রবাহকে সীমিত রাখে। পরে ফ্লোরোসেন্ট বাতিতে ব্যালাস্ট বা চোক কয়েল একটি

সাধারণ কয়েলের যত কাজ করে। সুইচ অন করার করেক (২-৫) সেকেন্ড পরেই টিউব জ্বলে ওঠে। সুইচ অন করলে প্রথমে স্টার্টার অফ-অন এর মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়ে দুইটি পাশের ইলেকট্রোডকে গরম করে। ইলেকট্রোড যে মুহূর্তে গরম হয়ে যায়, টিউবের ভিতরে ঐ সময়ে গ্যাসে ইলেকট্রিক ডিসচার্জ শুরু হয়ে যাবে। অল্প সময়ের মধ্যেই স্টার্টারের কন্ট্যাক্ট খুলে গিয়ে টিউবের গ্যাসের মধ্যে কারেন্ট বেড়ে থাকবে। যার ফলে গ্যাস গরম হতে থাকে। টিউবের গ্যাস গরম হলে ভিতরে অতি বেগনি রশ্মি সৃষ্টি হয়। ঐ রশ্মি ফ্লোরোসেন্ট পাউডারের সাহায্যে স্বভাবতঃই হয়ে স্বাভাবিক আলো দিতে থাকে। গ্যাস জ্বলতে জ্বলতে যত গরম হবে গ্যাসের রেজিস্ট্যান্স তত কমে যাবে, তার ফলে কারেন্ট ঐ অনুপাতে বাড়তে থাকে। চোক করেল ঐ বর্ধিত প্রবাহিত কারেন্টে বাধা প্রদান করে টিউব লাইটকে রক্ষা করে। এভাবেই টিউব লাইট কাজ করে থাকে। বর্তমানে অটোমেটিক ইলেকট্রনিক স্টার্টারের সাহায্যে টিউব লাইট জ্বালানো হয়। যুক্ত মেশিনের ক্ষেত্রে ১টি টিউব ব্যবহার করলে মনে হবে মেশিন উল্টা ঘুরছে। এ ক্রটিকে ক্রিকারিং বা আলোকছটা ক্রটি বলে। একসঙ্গে দুইটি টিউব লাইট ব্যবহার করলে এ ক্রটি থাকে না।



চিত্র ১৪.১২: (ক) টিউব লাইট সার্কিট।



১৪.১৩: (খ) ডবল টিউবসহ সার্কিট।

১৪.১১ চোক কয়েলের কাজ: ল্যাম্প জ্বালানোর সময় উহাতে প্রবাহিত কারেন্ট এর পরিমাণ যেন বেড়ে না যায় তার জন্য একটি সোহায্য কোরের উপর জড়ানো কয়েল সিরিজে যুক্ত করা হয়। একে ইংরেজিতে চোক কয়েল বলে। আবার চলতি কথার ব্যালাস্টও বলে। ১৪.১৪ নং চিত্রে ব্যালাস্ট বা চোক কয়েল এর বাহ্যিক গঠন দেখানো হয়েছে। ইহা সাপ্লাই লাইনের নিকে ল্যাম্পের সঙ্গে সিরিজ থাকে। এ কয়েলের দুইটি অক্ষত ঝল আছে। বর্ণা-

১। যখন এলি সরবরাহের সহিত এ কয়েল সংযোগ করা হয়, তখন ইহার মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত পরিবর্তনশীল কারেন্ট এর যে কোন পরিবর্তনকে বাধা দেয়।

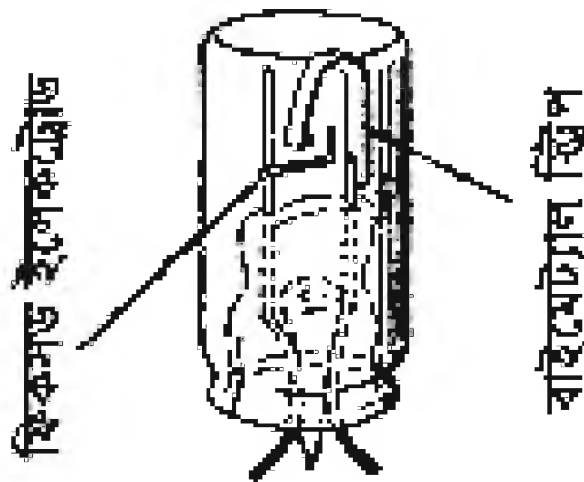
২। যখন কয়েলের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত কারেন্টকে অফ অন করে দেওয়া হয়, তখন কয়েলটি কবিকের জন্য এতে প্রয়োগকৃত ভোল্টেজের বহু গুণ বেশি ভোল্টেজ প্রদান করে।

ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প ব্যবহৃত ব্যালাস্ট বিশেষ ধরনের একটি কয়েল। ল্যাম্প জ্বলাতে গেলে দুই দিকের ইলেকট্রোড গরম করতে হয়। সেজন্য লাইনের সুইচ অন করলে চোক যে ভোল্টেজ (৮০০ এবং ১০০০ভোল্ট) তৈরি করে তার ফলে স্টার্টারের মাধ্যমে ইলেকট্রোড দুইটির মধ্যে শর্ট সার্কিট হয়ে যায়। তখন স্টার্টারের মাধ্যমে ইলেকট্রোডের মধ্যে দিয়ে কারেন্ট যায়। ইলেকট্রোড যে মুহূর্তে গরম হয়ে টিউবের ভিতরেও গ্যাসে ভড়িং মোকম শুরু হয়। গ্যাস জ্বলতে জ্বলতে যত গরম হবে তার রেজিস্ট্যান্সও তত কমে যাবে। তখন উত্তরোত্তর কারেন্টও বাড়তে থাকবে। কিন্তু চোকাইং কয়েল তা হতে দেয় না। ল্যাম্প জ্বলাকালীন তাতে মাত্র ১১০ ভোল্ট দরকার হয়। বাকি (২৩০-১১০)=১২০ ভোল্ট চোকাইং কয়েলে ষাটতি হয়। আবার চালু হবার

মুহুর্তে স্টার্টার স্বয়ংক্রিয়ভাবে অন হতে গেলে যে অতিরিক্ত ভোল্টেজের (প্রায় ৮০০ ভোল্ট) দরকার হয় তাও চোক কয়েলের সাহায্যে পাওয়া যায়।

চিত্র ১৪.১৪: (ক) ব্যালাস্ট বা চোক কয়েল, (খ) প্রতিক।

১৪.১২ স্টার্টার এর কাজ: স্টার্টার এর প্রধান অংশ হলো ঘোড়ার ক্ষুরের আকারে বাঁকানো একটি ধাতুর পাত। এ পাত দুইটি ধাতুর (যেমন লোহা ও পিতল) পাত দিয়ে তৈরি। একে ইংরেজিতে বাইমেটাল পাত বলে। এর দুই প্রান্ত দুই দিকের ইলেকট্রোডের সঙ্গে সিরিজে লাগান থাকে। ১৪.১৫ নং চিত্রে স্টার্টারের বাহ্যিক গঠন দেখানো হয়েছে। যখন মেইন লাইন হতে কারেন্ট ফ্লোরোসেন্ট বাতির একদিকের ইলেকট্রোডে কয়েল দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন স্টার্টারের বাইরের বাই মেটাল পাত দিয়ে বাতির অপর ইলেকট্রোড এ ফিরে যায়। এতে ইলেকট্রোড দুইটি গরম হতে থাকে। সঙ্গে সঙ্গে স্টার্টারের বাই মেটাল পাতও গরম হয়; ফলে একটি পাত অন্যটির চেয়ে বেশি বাড়ে, আর স্টার্টারের কন্ট্যাক্ট পাতের অপর দিকের সঙ্গে ঠেকে যায়। ততক্ষণে ফ্লোরোসেন্ট বাতির ইলেকট্রোড দুইটি গরম হয়ে লাল হয়ে উঠে, আর তা হতে ইলেকট্রন বিচ্ছুরিত হতে শুরু করে অর্থাৎ বাতি জ্বলতে শুরু হয়। এদিকে স্টার্টারের কন্ট্যাক্ট পাতের অপর দিক ঠেলে যাওয়ার ফলে বাইমেটাল পাতে শর্ট সার্কিট হয়। সুতরাং এখন পাতের ভিতর দিয়ে কারেন্ট না যাওয়ার জন্যে পাত ঠাণ্ডা হতে শুরু করে আর পাত ঠাণ্ডা হওয়ার জন্যে ঘোড়ার ক্ষুরের মুখের শর্ট সার্কিটও খুলে গেল। কিন্তু তখন ফ্লুরোসেন্ট বাতি জ্বলতে শুরু করে। এ সমস্ত কাজ ঘটতে কয়েক সেকেন্ডের বেশি সময় লাগে না।



চিত্র ১৪.১৫ : স্টার্টার এর গঠন।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। একটি বাতিকে দুই জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণের জন্য কী সুইচ ব্যবহৃত হয়?
- ২। এসপিডিটি সুইচ কোথায় ব্যবহৃত হয়?
- ৩। একটি বাতিকে একাধিক জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণ করতে কমপক্ষে দুটি কী ধরনের সুইচ লাগে?
- ৪। ডি পি ডি টি সুইচ কোথায় ব্যবহৃত হয়?
- ৫। ১.২২ মিটার বা ৪ ফুট টিউব লাইটের ওয়াটেজ কত?
- ৬। ফ্লোরোসেন্ট টিউবের ভিতরের দিকের দেয়ালে স্বতঃপ্রভ সাদা পাউডারের প্রলেপ দেওয়া থাকে কেন?
- ৭। ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প ব্যবহৃত আর্গন গ্যাস এর কাজ কী?
- ৮। ফ্লোরোসেন্ট বাতির ফ্লিকার ইফেক্ট অবধারিত হলে কী সমস্যা?
- ৯। ফ্লোরোসেন্ট টিউবের ব্যালাস্ট রেজিস্ট্যান্স চোকের সহিত সিরিজে সংযোগ থাকে কেন?
- ১০। টিউব লাইট সর্বোচ্চ কত ওয়াটের হয়?
- ১১। টিউব লাইট জ্বলাকালীন ইহার আড়াআড়িতে কত ভোল্টেজ থাকে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সার্কিট চিত্রে ব্যবহৃত পুশ সুইচ, ফ্যান রেগুলেটর, টিউব লাইট, ৩-পিন সকেট এর প্রতিকসমূহ অঙ্কন কর।
- ২। একটি বাতি দুইটি সুইচ দ্বারা স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট চিত্র অঙ্কন কর।
- ৩। একটি কলিং বেল নিয়ন্ত্রণের সার্কিট চিত্র অঙ্কন কর।
- ৪। একটি সিলিং ফ্যান সুইচ ও রেগুলেটরের সাহায্যে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট চিত্র অঙ্কন কর।
- ৫। একটি সুইচ দ্বারা প্যারাললে সংযোজিত দুইটি বাতি নিয়ন্ত্রণের সার্কিট চিত্র অঙ্কন কর।
- ৬। দুইটি বাতি এবং একটি সকেট আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট চিত্র অঙ্কন কর।
- ৭। ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প বলতে কী বোঝায়?
- ৮। টিউব লাইটে চোক কয়েল ব্যবহার করা হচ্ছে কেন?
- ৯। একটি ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্পের ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম দেখাও।
- ১০। একটি টিউব লাইটের ওয়্যারিং এর সার্কিট অঙ্কন করে বিভিন্ন সরঞ্জামের নাম উল্লেখপূর্বক চিহ্নিত কর।
- ১১। দু' টি টিউব লাইট একত্রে ব্যবহারের সুবিধা লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। ট্রাফিক সিগনাল বাতি নিয়ন্ত্রণের ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর ও বর্ণনা কর।
- ২। চার কক্ষের একটি হোটেলের কলিংবেল সিস্টেমের সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন কর এবং বর্ণনা কর।
- ৩। একটি সিলিং ফ্যান সুইচ ও রেগুলেটরের সাহায্যে নিয়ন্ত্রণের সার্কিট ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে এবং বর্ণনা কর।
- ৪। টিউব লাইট সার্কিটে চোক কয়েল, স্টার্টার এর কাজ উল্লেখপূর্বক কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

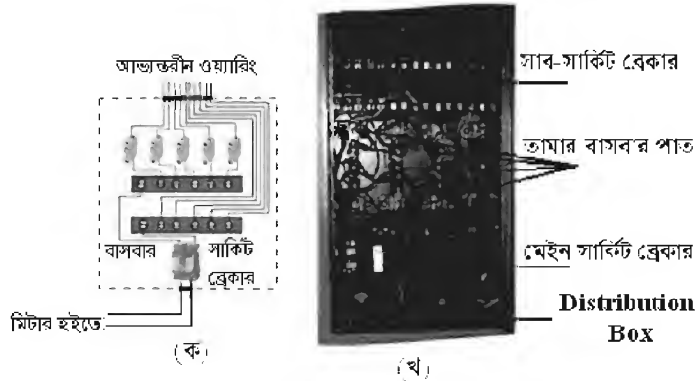
পঞ্চদশ অধ্যায়

ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড

Distribution Board

বৈদ্যুতিক লোড সঠিকভাবে বন্টনের জন্য ব্যবহৃত সাধারণ ফিটিংস হলো ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড। এতে ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার বসানো থাকে। সার্ভিস লাইন মিটারের মাধ্যমে গ্রাহকের ডিবি'র সাথে লাগানো থাকে। ডিবি'র সঠিক ব্যবহারে ওয়্যারিং মেরামতের সুবিধা পাওয়া যায়।

১৫.১ ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড: বাসা-বাড়ি, ওয়ার্কসপ, কলকারখানায় ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য বাহির থেকে বা বিদ্যুৎ বিতরণ সংস্থা থেকে যে বোর্ডে বিদ্যুৎ সংযোগ দেওয়া হয়, সেটাই ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড বা ডিবি। ইহা খুব সাধারণ ধরনের ফিটিংস এবং বাসা-বাড়ির সিড়িতে এটা বসানো থাকে। পিডিবি বা পল্লী বিদ্যুৎ এর মেইন লাইন থেকে সার্ভিস লাইনের মাধ্যমে মিটার হয়ে ডিবিতে সংযোগ দেওয়া হয়। বহুতল ভবনের সিড়ির নিচে ডিবি লাগানো থাকে। আর এসডিবি বিভিন্ন তলা থেকে বিভিন্ন ফ্লোরে এবং বিভিন্ন কক্ষ থেকে বিভিন্ন লোড পয়েন্টে সংযোগ দেওয়ার জন্য ব্যবহার হয়। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে সাধারণভাবে সিরামিক দিয়ে ইনসুলেট করে কপার বার বা পাত বসানো থাকে, যাকে বাসবার বলে। সিঙ্গেল ফেজের ক্ষেত্রে কমপক্ষে দুইটি পাত আর তিন ফেজ এর ক্ষেত্রে চারটি পাত বা বাসবার বসানো থাকে। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের একদিকে সার্ভিস এন্ট্রান্স এবং অন্যদিকে এসডিবি/লোড সার্কিটের সংযোগ থাকে। এতে নিউট্রাল তার সংযোগের ব্যবস্থা থাকে। বাংলাদেশের বৈদ্যুতিক নিয়ম অনুযায়ী গ্রাহকেরা ডিবি থেকে অভ্যন্তরীণ ওয়্যারিং সম্পন্ন করে এবং বিদ্যুৎ সরবরাহকারী প্রতিষ্ঠানে নিয়ম অনুযায়ী আবেদন করে সার্ভিস লাইনের মাধ্যমে মিটার পর্যন্ত সাপ্লাই পায়। বড় বড় ফ্ল্যাট বাসা-বাড়িতে এমডিবি, ডিবি এবং এসডিবি ব্যবহার করা হয়। এ ফিটিংস এর মাধ্যমে বৈদ্যুতিক লাইনকে বিভিন্ন শাখায় ভাগ করে দেওয়া হয়। ডিবি-তে সার্কিট ব্রেকার, এমসিবি, ফিউজ বসানো থাকে। এর উপরে ঢাকনা দেওয়া থাকে। ১৫.১ নং চিত্রে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের চিত্র দেখানো হয়েছে।



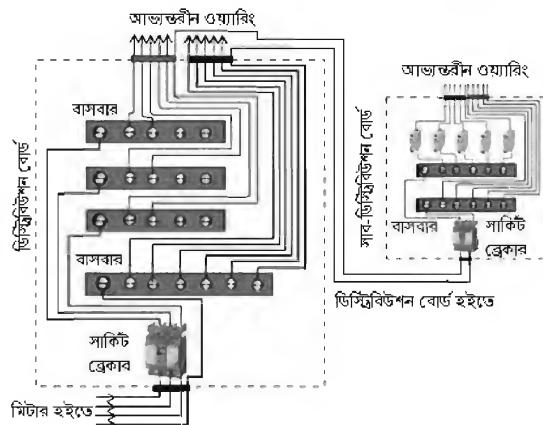
চিত্র ১৫.১ : (ক) সিঙ্গেল ফেজ ও (খ) থ্রি-ফেজ ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড।

১৫.২ এসডিবি: বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর ক্ষেত্রে বোর্ড থেকে সুইচ ও ফিউজ বা যে কোন একটির মাধ্যমে লোডের নিয়ন্ত্রণ স্থলে সংযোগ দেওয়া হয়, তখন তাকে এসডিবি বলে। এসডিবি-তে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড থেকে

বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়া হয়। প্রতি এসডিবি তে সাধারণভাবে ৮০০ থেকে ১০০০ ওয়াট বা ৮টি থেকে ১০ টি লোড সার্কিট যুক্ত থাকে। একটি মেইন ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের আওতায় একাধিক সাব-ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড থাকে।

১৫.৩ ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড ব্যবহারের গুরুত্ব: বৈদ্যুতিক পোল হতে সার্ভিস লাইনের মাধ্যমে বাসা বাড়ি এবং কল-কারখানাতে লাইন প্রথমে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে কানেকশন দেওয়া হয়। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে বিভিন্ন রক্ষণ ও নিয়ন্ত্রণ সরঞ্জাম বা ডিভাইস থাকে। সরাসরি লোডে বৈদ্যুতিক লাইন দিলে যখন লাইনে কোন সমস্যা হবে তখন সমস্ত পাওয়ার বন্ধ করে সমস্যা দূর করতে হবে। কিন্তু ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড থেকে লোডে সংযোগ দিলে যদি সমস্যা হয় তাহলে সমস্যা যুক্ত অংশ বিচ্ছিন্ন করে বাকি সমস্ত লোড পরিচালনা করা যায়। এ ছাড়াও সার্কিট ও সাব-সার্কিটে যে পরিমাণ লোড থাকবে তা ভাগাভাগি করা যায়। এ সমস্ত কারণে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড এর গুরুত্ব অনেক বেশি।

১৫.৪ বিভিন্ন সাইজের ডিবি ও এসডিবি ব্যবহার: ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের সাইজ বলতে বোর্ডে যে পরিমাণ লোড বা সাব-সার্কিট সংযোগ করা যাবে তাকেই বোঝায়। কোন ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের আকার বা সাইজ নির্ভর করে এর কারেন্ট বহন ক্ষমতার উপর অর্থাৎ এটি হতে যত সংখ্যক শাখা সার্কিটে বিদ্যুৎ সংযোগ প্রদান করা যাবে তার পরিমাণের উপর। সাধারণত ২০ অ্যাম্পিয়ার বা এর কম লোডের জন্য একটি মাত্র ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড ব্যবহার করা হয়। বহুতলা বাড়ির ক্ষেত্রে প্রতি তলার জন্য কমপক্ষে একটি সাব ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড (এসডিবি) ব্যবহার করতে হবে। এগুলোর অবস্থান যথাক্রমে বিভিন্ন তলায় হবে। বড় ধরনের বাসা-বাড়ি, ওয়ার্কসপ, শিল্প কারখানায় ব্যবহৃত বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য সঠিক ভাবে নিয়ন্ত্রণ, রক্ষণাবেক্ষণ, লোড বন্টনের জন্য ডিবি ও এসডিবি ব্যবহার করা হয়। ডিবি এর সাইজ বহুতল বাসা-বাড়ির ফ্ল্যাট সংখ্যা, ওয়ার্কসপ এর পারস্পরিক দূরত্ব এবং লোডের উপর নির্ভর করে। এসডিবি এর সাইজ লোড সার্কিট, লোডের পরিমাণ, নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থার উপর নির্ভর করে। কারেন্ট বহন ক্ষমতার উপর ভিত্তি করে ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড ১৫A, ৩০A, ৫০A, ১০০A, ২০০A, ৩০০A পর্যন্ত হতে পারে। আবার ফেজ পদ্ধতির উপর ভিত্তি করে ডিবি-কে সিঙ্গেল ফেজ ও থ্রি-ফেজ এ দুইভাবে ভাগ করা হয়ে থাকে। নিচের চিত্রে থ্রি-ফেজ চার বাসবার সিস্টেম ডিবি'র আওতায় একটি সিঙ্গেল ফেজ সাব-ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১৫.২: থ্রি-ফেজ ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড ও এর আওতায় সিঙ্গেল ফেজ ডিবি।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। এসডিবি এর অর্থ কী?
- ২। এসডিবি এর সাইজ কিসের উপর নির্ভর করে?
- ৩। ডিবিতে কী কী থাকে?
- ৪। প্লি-ফেজ ডিবি-তে কয়টি বাসবার থাকে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড বলতে কী বোঝায়?
- ২। বিভিন্ন সাইজের ডিবি ও এসডিবি এর ব্যবহার লেখ।
- ৩। ডিবি-র সংখ্যা কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

ষোড়শ অধ্যায় বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র Controlling Device

যে কোন বৈদ্যুতিক ডিভাইস ব্যবহারে নিয়ন্ত্রণ থাকা আবশ্যিক। বৈদ্যুতিক সিস্টেমে বিদ্যুৎ এর ব্যবহারে এর সঠিক নিয়ন্ত্রণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং নিরাপত্তার বিষয়ে খুব প্রয়োজন। আলোচ্য অধ্যায় পাঠে বৈদ্যুতিক নিয়ন্ত্রণ বিষয়ে ধারণা লাভ করা যাবে।

১৬.১ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের সংজ্ঞা: নিয়ন্ত্রণ বলতে আমরা সাধারণত বুঝি কোন কিছুকে নিজের আয়ত্বের মধ্যে রাখা বা যখন প্রয়োজন তখন ব্যবহার করার সুযোগ তৈরি করা। কিন্তু বৈদ্যুতিক সিস্টেমে নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র হিসেবে সাধারণত সুইচ ও সার্কিট ব্রেকারের অপারেশনকে বুঝে থাকি। বৈদ্যুতিক সার্কিটে লোডের সংযোগ ও বিচ্ছিন্ন করার কৌশলকেই নিয়ন্ত্রণ বলে। যে সকল ফিটিংস বা ডিভাইস ব্যবহার করে সার্কিটের কারেন্ট প্রবাহকে অফ-অন করা যায়, সেগুলোকে নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র বলে।

১৬.২ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের গুরুত্ব: বৈদ্যুতিক সিস্টেমে লোডের যথাযথ ব্যবহারের জন্য নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের গুরুত্ব খুব বেশি। কেননা যদি নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র না থাকতো তাহলে বৈদ্যুতিক সিস্টেমে কোন লোড চালু করলে শুধু চালুই থাকতো বা বন্ধ করলে শুধু বন্ধই থাকতো। আমাদের প্রয়োজন অনুযায়ী স্বাধীনভাবে নিয়ন্ত্রণ করে ব্যবহার করতে পারতাম না। নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র থাকলে প্রয়োজন অনুযায়ী ব্যবহার করা যায়। যেমন-শীতকালে ফ্যানের প্রয়োজন হয় না, তাই ফ্যান বন্ধ রাখা হয়। দিনের বেলায় তেমন আলোর প্রয়োজন হয় না, তাই লাইট এর সুইচ বন্ধ রাখি। তাছাড়া নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র বিহীন সার্কিট আদৌ নিরাপদ নয়। তাই বিদ্যুৎ সঞ্চালন ও বিতরণ ব্যবস্থায় প্রত্যেক ক্ষেত্রেই নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। সুতরাং নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের গুরুত্ব অপরিসীম।

১৬.৩ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের তালিকা: বিজ্ঞানের উন্নতির সাথে সাথে বৈদ্যুতিক সার্কিটে ব্যবহৃত নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের ব্যাপক উন্নতি সাধিত হয়েছে। সকল নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রকে এদের গঠন ও কার্যনীতি অনুসারে তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

- ১। মেকানিক্যাল নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র বা সুইচ,
- ২। ইলেকট্রো-মেকানিক্যাল নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র এবং
- ৩। ইলেকট্রনিক নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র।

১। মেকানিক্যাল নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র বা সুইচ

মেকানিক্যালি নিয়ন্ত্রিত সুইচকে প্রধানত দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা— (ক) নাইফ সুইচ ও (খ) টাম্বলার সুইচ।

- গঠন, কার্যকারিতা এবং ব্যবহার অনুযায়ী নাইফ সুইচ বিভিন্ন ধরনের হয়ে থাকে। যথা—

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| ১. কুইক-ব্রেক সুইচ | ২. ট্রিপল পোল সুইচ | ৩. স্লো-ব্রেক সুইচ |
| ৪. সিঙ্গেল ব্রেক সুইচ | ৫. ডাবল ব্রেক সুইচ | ৬. সিঙ্গেল পোল সুইচ |
| ৭. ডাবল পোল সুইচ | ৮. আয়রন ক্ল্যাড সুইচ | |

- টাম্বলার সুইচকে গঠন, কার্যকারিতা এবং ব্যবহারের প্রকৃতি অনুসারে বিভিন্ন শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা—

১. ওয়ান ওয়ে সুইচ
৪. পুশ সুইচ
৭. পুল সুইচ

২. টু-ওয়ে সুইচ
৫. রোটোরি সুইচ
৮. পুশপুল সুইচ

৩. ইন্টারমেডিয়েট সুইচ
৬. বেড সুইচ

ভোল্টেজ গ্রেড অনুযায়ী উল্লিখিত সুইচসমূহকে সাধারণত দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

ক) ২৫০ ভোল্ট নরমাল গ্রেডের সুইচ ও খ) ৫০০ ভোল্ট বা হাই গ্রেডের সুইচ।

কারেন্ট বহন করার ক্ষমতা অনুযায়ী সুইচকে বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা হয়।

যেমন- ৫ অ্যাম্পিয়ার সুইচ, ১০ অ্যাম্পিয়ার সুইচ, ১৫ অ্যাম্পিয়ার সুইচ, ২০ অ্যাম্পিয়ার সুইচ, ৩০ অ্যাম্পিয়ার সুইচ, ৬০ অ্যাম্পিয়ার সুইচ, ১০০ অ্যাম্পিয়ার সুইচ ইত্যাদি।

নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র হিসেবে সাধারণত সুইচকে বেশি ব্যবহার করা হয়, কিন্তু আজকাল সুইচ ছাড়াও সার্কিট ব্রেকার, এমসিবি, টাইমার ও রিলে, লজিক গেট, ইত্যাদি ব্যবহার হয়ে থাকে।

১৬.৪ নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের ব্যবহার: নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের ব্যবহার সর্বত্র বিরাজমান। যেখানে বিদ্যুৎ আছে, সেখানে নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। উৎপাদন থেকে শুরু করে বিতরণ এবং গ্রাহক পর্যায়ে ইহার ব্যবহার বিদ্যমান। নিচে বিভিন্ন ধরনের সুইচের ব্যবহার উল্লেখ করা হলো।

১। নাইফ সুইচ

ক) স্লো-ব্রেক নাইফ সুইচ: মধ্যম মানের কারেন্টের জন্য এ সুইচ ব্যবহার করা হয়। নিম্ন মানের ও উচ্চ মানের কারেন্ট ব্যবস্থাপনায় সাধারণত এ সুইচ ব্যবহার করা হয় না।

খ) কুইক ব্রেক নাইফ সুইচ: এ সুইচগুলো সাধারণত মেইন সুইচ বোর্ডে ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক মোটর সার্কিট, বিভিন্ন বৈদ্যুতিক কন্ট্রোল সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ ও সার্কিট হতে বিচ্ছিন্ন করতে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

গ) মেইন সুইচ: বিদ্যুৎ মিটার বোর্ডের পর ব্যবহারকারীর সমগ্র সার্কিটকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

ঘ) সিঙ্গেল পোল সুইচ: লাইনের শুধু একটি তারের সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

ঙ) ডাবল পোল সুইচ: লাইনের দুইটি তারের সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

চ) ট্রিপল পোল সুইচ: লাইনের তিনটি তারের সংযোগ স্থাপন ও বিচ্ছিন্ন করার কাজে এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

ট) আয়রন ক্ল্যাড সুইচ (আই.সি.সুইচ): আবাসগৃহে বা কারখানায় বা অনুরূপ স্থানে বিদ্যুৎ সরবরাহ বা বিচ্ছিন্ন করার জন্য মিটার বোর্ডের পরে ব্যবহারকারীর নিয়ন্ত্রণাধীন এ সুইচ ব্যবহার করা হয়।

২। টাম্বলার সুইচ: সাধারণ বাতি জ্বালাতে এবং হিটার, ইস্ত্রি প্রভৃতি পাওয়ার সার্কিটে বিভিন্ন অ্যাম্পিয়ারের টাম্বলার সুইচ ব্যবহৃত হয়।

(ক) ওয়ান-ওয়ে সুইচ: এ ধরনের সুইচ দুইটি তারের মধ্যে সংযোগ সাধন এবং বিচ্ছিন্ন করার জন্য ব্যবহৃত হয়। সাধারণত বাতি, পাখা ইত্যাদি নিয়ন্ত্রণ করার জন্য আবাসিক ঘরে ইহা ব্যবহৃত হয়।

(খ) টু-ওয়ে সুইচ: এ সুইচগুলো সাধারণত একটি বা কয়েকটি বাতি একসঙ্গে দুই জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণ করার কাজে ব্যবহৃত হয়। এ উদ্দেশ্যে সিঁড়ি ঘরের বাতি বা বড় বড় হলো ঘরে যেখানে দুই জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণ করার প্রয়োজন হয়, সে সমস্ত জায়গায় এগুলো ব্যবহৃত হয়।

(গ) ইন্টারমিডিয়েট সুইচ: কোন বাতিকে তিন বা তাহার অধিক জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণ করতে এ ধরনের সুইচ ব্যবহৃত হয়। এ রকম সার্কিটের দুই প্রান্তে দুইটি টু-ওয়ে সুইচ এবং মাঝখানে প্রয়োজন অনুসারে এক বা একাধিক ইন্টারমিডিয়েট সুইচ ব্যবহার করতে হয়। এটি সাধারণত সিঁড়ি ঘরের বাতি জ্বালানো-নিভানোর কাজে ব্যবহৃত হয়।

(ঘ) পুশ পুল সুইচ: এ ধরনের সুইচ সাধারণত টেবিল ল্যাম্পে ব্যবহৃত হয়।

(ঙ) রোটারি সুইচ: এ ধরনের সুইচ সাধারণত বৈদ্যুতিক গুডেন, কুকার, হিটার ইত্যাদি ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন, বেগ পরিবর্তন এবং সার্কিট কন্ট্রোল করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

(চ) বেড সুইচ: সাধারণত বিছানায় শুয়ে বাতি জ্বালানো এবং নিভানোর জন্য এ সুইচ ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

(ছ) পুশ বাটন সুইচ: এ সুইচগুলো সাধারণত বৈদ্যুতিক মোটরে স্টার্টারের সাথে, বেল সার্কিটে, ল্যাম্প সার্কিটে ইত্যাদিতে সাময়িকভাবে বিদ্যুৎ সরবরাহের কাজে ব্যবহার হয়ে থাকে।

৩। ইলেকট্রো-মেকানিক্যাল নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র

ক) ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক সুইচ বা ম্যাগনেটিক কন্ট্রোল সাধারণত বৈদ্যুতিক মোটর নিয়ন্ত্রণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

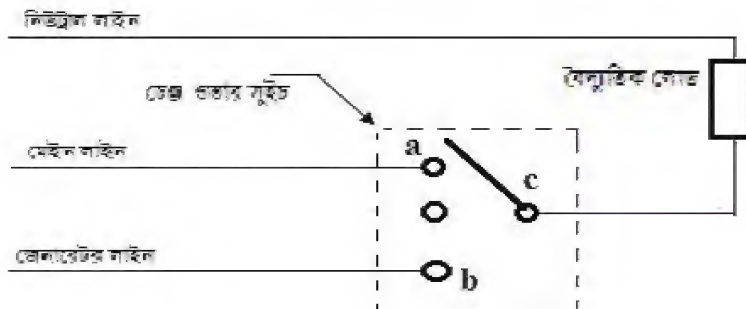
খ) ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক রিলে সাধারণত কোন নিয়ন্ত্রণ সার্কিটকে শর্ত অনুযায়ী নিয়ন্ত্রণ করার কাজে ব্যবহৃত হয়।

৪। ইলেকট্রনিক নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র বা ইলেকট্রনিক সুইচ

বর্তমানে বিভিন্ন ধরনের ইলেকট্রনিক সুইচ বাজারে পাওয়া যায়। এগুলো কোন সার্কিটকে লজিক্যাল কন্ট্রোল, ভুলনামূলক কন্ট্রোল, টাইমিং কন্ট্রোল, রিমোট কন্ট্রোল, মাইক্রো কন্ট্রোল ইত্যাদি করার ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়।

১৬.৫ চেক ওভার সুইচ: একই লোড বিভিন্ন লাইন বা ফিডার থেকে এবং প্রয়োজনে নিজস্ব জেনারেটর থেকে চালানার জন্য চেক ওভার ব্যবহার করা হয়। যেখানে লোড সব সময় চালু রাখা প্রয়োজন সেখানে চেক ওভার সুইচ ব্যবহার করা হয়, যেন কোন লাইন লোডশেডিং হলে সাথে সাথে চেক ওভার সুইচ এর পজিশন পরিবর্তন করে সিস্টেম সচল রাখা যায়।

১৬.৬ চেক ওভার সুইচের কার্যকারিতা: বিভিন্ন ক্যাটরিতে যেখানে খাবার তৈরি হয়, মাছের আড়ৎ ক্যাপাসিটিভ হিটিং দিয়ে কাজ করানো হয়, সেসব ক্ষেত্রে চেক ওভার সুইচ ব্যবহার করে এক লাইন হতে লোড চেক করে জেনারেটর লাইন দেওয়া হয়। আবার যখন সাপ্লাই লাইন চলে আসে তখন পুনরায় চেক ওভারের মাধ্যমে লাইন দেওয়া হয়। নিচে সিঙ্গেল ফেজ চেক ওভার চিত্রে দেখানো হলো।



চিত্র ১৬.১ : চেক ওভার সুইচ।

চেক ওভার সুইচটি যখন 'a' অবস্থানে আছে তখন লোডটি মেইন লাইন দিয়ে চলছে। যখন মেইন লাইন চলে যাবে তখন সুইচটি 'b' অবস্থানে রেখে জেনারেটর চালু করলে লোডটি জেনারেটরের লাইনে চলবে। চেক ওভার সুইচ এভাবে কাজ করে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বহুল ব্যবহৃত নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের নাম কী?
- ২। নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র আমাদের কী সুবিধা প্রদান করে?
- ৩। নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের কাজ কী?
- ৪। বৈদ্যুতিক মোটরের ঘূর্ণনের দিক পরিবর্তন, বেগ পরিবর্তন, সার্কিট কন্ট্রোল এ কোন ধরনের সুইচ ব্যবহার করা হয়?
- ৫। একটি বাতিকে দুই জায়গা হতে নিয়ন্ত্রণ করতে কোন ধরনের সুইচ ব্যবহৃত হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। নিয়ন্ত্রণ যন্ত্র ব্যবহারের গুরুত্ব লেখ।
- ২। ৫টি নিয়ন্ত্রণ যন্ত্রের নাম লেখ।
- ৩। মেইন সুইচের কাজ লেখ।
- ৪। ইন্টারমিডিয়েট সুইচ এর ব্যবহার লেখ।

সপ্তদশ অধ্যায় বৈদ্যুতিক রক্ষণ যন্ত্র Protective Device

যে কোন কাজ করতে বা যন্ত্র ব্যবহারে প্রথমে একান্ত প্রয়োজন নিরাপত্তা। যে কোন যন্ত্র ব্যবহারে রক্ষণ যন্ত্র থাকা আবশ্যিক। বৈদ্যুতিক সিস্টেমে যে কোন অস্বাভাবিক ঘটনার জন্য তাৎক্ষণিকভাবে সিস্টেম বিচ্ছিন্ন করতে হয়। এ কাজের জন্য রক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, রিলে ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক সিস্টেমে রক্ষণ যন্ত্রের ভূমিকা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং ব্যবহৃত সরঞ্জামাদি ও যন্ত্রপাতির নিরাপত্তার বিষয়টি খুব প্রয়োজন। শর্ট সার্কিট বা ওভার লোড জনিত ত্রুটিতে নিরাপত্তার জন্য বৈদ্যুতিক রক্ষণ যন্ত্র কাজ করে। এ অধ্যায় পাঠে বৈদ্যুতিক রক্ষণ যন্ত্র বিষয়ে ধারণা লাভ করা যাবে।

১৭.১ রক্ষণ যন্ত্রের সংজ্ঞা: কোন বৈদ্যুতিক সার্কিটে শর্ট সার্কিট, আর্থফল্ট বা ওভারলোড এর কারণে পূর্ব নির্ধারিত কারেন্ট এর অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহের ফলে বর্তনীতে ব্যবহৃত ওয়্যারিং ও যন্ত্রপাতির ক্ষতি হবে। ঐ সকল ক্ষয়-ক্ষতি হতে সিস্টেমকে রক্ষা করার জন্য যে সমস্ত যন্ত্র ব্যবহার করা হয়, সেগুলোকে রক্ষণ যন্ত্র বলে। যেমন-ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, রিয়ার্স্টার ইত্যাদি।

১৭.২ রক্ষণ যন্ত্রের গুরুত্ব: রক্ষণ যন্ত্র বলতে আমরা বুঝি বৈদ্যুতিক সিস্টেমে যে সকল যন্ত্র আপনা আপনিভাবে নিজে বিনষ্ট হয়ে বা অক্ষত থেকে অন্যকে রক্ষা করে থাকে। রক্ষণ যন্ত্র আমাদের বৈদ্যুতিক সিস্টেমে সকল সার্কিটকে রক্ষা করে থাকে। কারেন্ট বা ভোল্টেজের মান নির্দিষ্ট পরিমাণ এর চেয়ে বেশি হলেই নিজে পুড়ে গিয়ে বা অক্ষত রেখে সার্কিটকে রক্ষা এবং অনেক ক্ষতি সাধনের হাত থেকে রক্ষা করে থাকে। বৈদ্যুতিক সিস্টেমে সংযুক্ত সরঞ্জামাদি, যন্ত্রপাতি অপ্রত্যাশিত দুর্ঘটনার হাত থেকে রক্ষার জন্য রক্ষণ যন্ত্রের ভূমিকা খুব গুরুত্বপূর্ণ।

১৭.৩ রক্ষণ যন্ত্রের তালিকা: রক্ষণ যন্ত্র প্রধানত দুই ধরনের। ১। সার্কিট ব্রেকার ও ২। ফিউজ।

বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ব্যবহৃত বিভিন্ন রক্ষণ যন্ত্রগুলোর মধ্যে ফিউজ বহুল ব্যবহৃত।

ব্যবহারের স্থান, কাজের ধরন অনুযায়ী ফিউজ বিভিন্ন রকমের হয়। সচরাচর ব্যবহৃত ফিউজগুলো-

১। বিতাড়ন ফিউজ

২। কারটিজ ফিউজ

৩। প্লাগ ফিউজ

৪। টাইম রিলে ফিউজ

৫। ওপেন ফিউজ

৬। এইচ আর সি ফিউজ ইত্যাদি।



চিত্র ১৭.১: রক্ষণ যন্ত্র (ফিউজ)।

রক্ষণ যন্ত্র হিসেবে সার্কিট ব্রেকার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। সার্কিটের রক্ষণ কাজের নিরাপত্তা বিষয়ে এর সীমিত অপরিণাম। গঠন, ব্যবহারের স্থান, কাজের ধরন অনুযায়ী সার্কিট ব্রেকার বিভিন্ন রকমের হয়। সচরাচর ব্যবহৃত সার্কিট ব্রেকারগুলো-

- ১। এরার সার্কিট ব্রেকার
- ২। গুয়েল সার্কিট ব্রেকার
- ৩। ইএলসিবি (ELCB)
- ৪। এমসিবি (MCB)
- ৫। এমসিসিবি(MCCB) এবং
- ৬। সালফার হেক্সা-ফ্লোরাইড (SF_6) সার্কিট ব্রেকার।



চিত্র ১৭.২: রক্ষণ যন্ত্র (সার্কিট ব্রেকার)।

১৭.৪ রক্ষণ যন্ত্রের ব্যবহার: বৈদ্যুতিক সার্কিটে নিম্নলিখিত ক্ষেত্রে রক্ষণ যন্ত্রের ব্যবহার করা হয়।

- ১। সুইচ বোর্ডে রক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।
- ২। মিটারের পর মেইন ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডে রক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।
- ৩। প্রতিটি সাব-সার্কিটে রক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।
- ৪। প্রতিটি বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি (রেফ্রিজারেটর, হিটার, মোটর, গুডেন ইত্যাদি)-তে।
- ৫। জাহাজা বিদ্যুৎ উৎপাদন, সঞ্চালন ও বিতরণ ব্যবস্থার প্রতিটি ধাপে রক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

শর্ট সার্কিট ফল্ট, আর্থ (ত্রুটি) জনিত কারণে মাত্রাতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহে সার্কিট ব্রেকার স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজ করে। একই কাজে তুলনামূলক কম বিশ্বস্ততা এবং কম দক্ষতার সাথে খুব কম ব্যয় এ ফিউজ ব্যবহার হয়। ১৮৯০ সালে বিজ্ঞানী এডিসন সার্কিটে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহের রক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ফিউজ আবিষ্কার করেন। বর্তমানে অনেক ধরনের উন্নত মানের ফিউজ এর ব্যবহার দেখা যায়। লো ভোল্টেজ সার্কিট ব্রেকারের তুলনায় ফিউজের ব্যবহার লাভজনক। লো ভোল্টেজ এবং মধ্যম ভোল্টেজে ফিউজের ব্যবহার ব্যাপক এবং লাভজনক। কিছু বিষয়ে ফিউজ বা বিশেষ ধরনের ফিউজ, যেমন-এইচআরসি (HRC) ফিউজ সার্কিট ব্রেকারের চেয়ে ভালো। সঠিকমানের ফিউজ নির্ধারণ, ফিউজের পরিবর্তন, হাই ভোল্টেজে ফিউজের ব্যবহার ইত্যাদি বিষয়ে ফিউজ ব্যবহারের সীমাবদ্ধতা বিদ্যমান।

আলোচ্য অধ্যায়ে বিভিন্ন ধরনের ফিউজের গঠন ও ব্যবহার সম্পর্কে আমরা ধারণা পাব।

১৭.৫ ফিউজ এর সংজ্ঞা: ফিউজ এক প্রকার নরম ধাতুর তার নিয়ে গঠিত বৈদ্যুতিক রক্ষণ যন্ত্র, যার ভিতর দিয়ে নির্দিষ্ট উচ্চতম পরিমাণের চেয়ে বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হলে তাপে নিজে পুড়ে গিয়ে বর্তনীকে সাপ্লাই থেকে বিচ্ছিন্ন করে; ফলে বর্তনী ও বর্তনীতে সংযুক্ত বিভিন্ন সরঞ্জাম নষ্ট হবার হাত থেকে রক্ষা পায়। ইহা সার্কিটে লোডের সাথে সিরিজে সংযুক্ত থাকে। ফিউজ তার হিসেবে সাধারণত সীসা ও টিন এর মিশ্রণ বা রূপা ব্যবহার করা হয়।

ফিউজের উপাদান তিনটি। যথা-

- ১। ফিউজ তার,
- ২। ফিউজ তারের বাহক
- ৩। বেস বা তলদেশ।



চিত্র ১৭.৩: ফিউজ এর মৌলিক গঠন।

ফিউজ হিসেবে ব্যবহৃত মূল উপাদানকে ফিউজ তার বলে। ফিউজ তার পরিবাহী পদার্থের এবং ইহা সংকর ধাতুর তৈরি। রূপার তৈরি ফিউজ সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয় এবং ভালো। বাজারে বিভিন্ন মানের প্রয়োজনীয় ফিউজ পাওয়া যায়। উপরের চিত্রে ফিউজের বিভিন্ন উপাদান চিহ্নিত করে দেখানো হয়েছে।

১৭.৬ ফিউজ ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা: কোন বৈদ্যুতিক বর্তনীতে শর্ট সার্কিটে, আর্থ ফল্ট লিকেজ বা ওভারলোডের কারণে পূর্ব নির্ধারিত পরিমাণের চেয়ে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ফলে বর্তনীর তারের নরম ইনসুলেশন এবং যন্ত্রপাতি গরম হয়ে ক্ষতি হতে পারে, এমনকি অকেজো বা পুড়ে যেতে পারে। তাই বর্তনীর তার, যন্ত্রপাতি এবং ব্যবহারকারীকে অপ্রত্যাশিত দুর্ঘটনা হতে রক্ষা করার জন্য বর্তনীতে ফিউজ ব্যবহারের প্রয়োজন। বৈদ্যুতিক সার্কিটের সাথে সংযুক্ত লোডগুলোকে অতিরিক্ত কারেন্ট জনিত কিংবা ওভার লোড জনিত কারণে পুড়ে যাওয়ার হাত হতে রক্ষা করা এবং বিপদমুক্তভাবে মেরামত কাজ করতে ফিউজ এর প্রয়োজনীয়তা ও গুরুত্ব অপরিসীম।

এছাড়া প্রয়োজনবোধে বর্তনীকে সাপ্লাই লাইন থেকে বিচ্ছিন্ন করার জন্য ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

১৭.৭ ফিউজ এর শ্রেণিবিভাগ: ফিউজ খুব সাধারণ ধরনের রক্ষণ যন্ত্র যা, সার্কিটে যুক্ত অবস্থায় অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহের হাত থেকে রক্ষা করে। এর গঠন, কাজের ধরন অনুসারে বিভিন্ন রকমের ফিউজ হয়। গঠন অনুযায়ী ফিউজ তিন ধরনের।

১. রি-ওয়্যারয়েবল ফিউজ।
২. কার্ট্রিজ ফিউজ বা জু-প্লাগ ফিউজ।
৩. এইচআরসি (হাই-র্যাপচারিং ক্যাপাসিটি) ফিউজ।

ভোল্টেজ অনুসারে ফিউজ দুই ধরনের। (ক) লো ভোল্টেজ ফিউজ ও (খ) হাই ভোল্টেজ ফিউজ। লো ভোল্টেজ ফিউজগুলোর মধ্যে রি-ওয়্যারয়েবল ফিউজ। আর হাই ভোল্টেজ ফিউজগুলোর মধ্যে লিকুইড ফিউজ, মেটাল ক্লাড ফিউজ, এইচআরসি ফিউজ, কার্ট্রিজ ফিউজ ইত্যাদি। এ ছাড়া ফিউজকে আরও কতকগুলো ভাগে ভাগ করা যায়। যেমন-

- ১। প্লাগ ফিউজ
- ২। টাইম ডিলে ফিউজ
- ৩। কার্বন ট্রেট্রা ক্লোরাইড ফিউজ
- ৪। ওপেন ফিউজ
- ৫। বাই-মেটাল ফিউজ ইত্যাদি।

১৭.৮ বিভিন্ন প্রকার ফিউজের গঠন ও কার্যপ্রণালি:

রি-ওয়্যারয়েবল ফিউজ এর গঠন : যে ফিউজ এর ফিউজ তার পুড়ে কিংবা গলে যাওয়ায় সহজে পরিবর্তন করা বা বদলানো যায় তাকে রি-ওয়্যারয়েবল ফিউজ বলে।

ফিউজে ব্যবহৃত উপাদানগুলো নিম্নরূপ:

- (ক) ফিউজ সকেট বা বেস
- (খ) ফিউজ ওয়্যার হোল্ডার বা ব্রিজ
- (গ) স্প্রিংযুক্ত সংযোগকারী টার্মিনাল এবং টার্মিনাল জু
- (ঘ) ফিউজ তার লাগানোর জুসহ কন্ট্যাক্ট টার্মিনাল
- (ঙ) ফিউজ তার।



চিত্র ১৭.৪: রি-ওয়্যারয়েবল ফিউজ এর গঠন।

বেস: এটি মূলত একটি চীনা মাটির আধার, যা ফিউজ সকেট বা ফিউজ বেস নামে পরিচিত। ইহা উপরের ১৭.৪ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। ফিউজ সকেটে স্প্রিংযুক্ত সংযোগকারী দুইটি টার্মিনাল এবং দুইটি টার্মিনাল জু থাকে, যার সাহায্যে বৈদ্যুতিক বর্তনীকে বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইনের সাথে সংযোগ করা হয়। রি-ওয়্যারয়েবল ফিউজের তার পুড়ে যাওয়ার সময় যে অগ্নিস্ফুল্গ দেখা দেয় এর প্রতিক্রিয়া হতে রক্ষার জন্যে বেসের তলদেশে এসবেস্টাস এর প্যাড ব্যবহার করা হয়।

ব্রিজ: ফিউজ ব্রিজ সাধারণত চীনা মাটির তৈরি হয়। একে ফিউজ ওয়্যার হোল্ডারও বলা হয়। ফিউজ ব্রিজ বা ফিউজ ওয়্যার হোল্ডারে দুইটি কন্ট্যাক্ট থাকে, যা ফিউজ সকেটে নির্দিষ্ট খাঁজে বসানো যায়। ফিউজ তার ফিউজ ব্রিজ এর দুই কন্ট্যাক্ট টার্মিনালে ক্ষু এর সাহায্যে সংযুক্ত থাকে, যা ফিউজ বেসের দুইটি কন্ট্যাক্টকে সংযোগ করে দেয়। উপরের ১৭.৩ নং চিত্রে ইহা দেখানো হয়েছে।

১৭.১০ ফেজ তারে ফিউজ লাগানোর কারণ: বৈদ্যুতিক সার্কিটে ফিউজ ব্যবহারের কারণ আমরা আগেই জেনেছি। আর এ ফিউজ বা ফিউজ তার যদি আমরা নিউট্রাল তারেও লাগাই তাহলেও সার্কিটে ফিউজ ব্যবহারের আসল উদ্দেশ্য নিশ্চিত হবে; কিন্তু যে সমস্যাগুলো দেখা দিবে সেগুলো নিম্নরূপ:

(ক) ফিউজ পুড়ে গেলেও লোড পর্যন্ত কারেন্ট থাকবে, যা সার্কিটের যে কোন ধরনের মেরামতে বিঘ্ন সৃষ্টি করবে।

(খ) ফিউজ তার পুড়ে গেলে কেহ যদি মনে করে সার্কিটে কারেন্ট নেই তাহলে সে বৈদ্যুতিক শক পাবে।

(গ) ফিউজ খুলে সার্কিটের বাকি অংশ মেরামত নিরাপদ হবে না। এ সকল অসুবিধা দূর করতে ফিউজ লাইন বা ফেজ এ লাগানো হয়।

১৭.১০ ফিউজ তার: ফিউজ তার হিসেবে নমনীয় নিম্ন গলনাঙ্কের সংকর ধাতুর তার ব্যবহার করা হয়। রূপার তৈরি ফিউজ তার উত্তম। টিন এবং সীসার (৬০% এবং ৪০%) মিশ্রণে ফিউজ তার তৈরি করা হয়। এই তার ফিউজ ব্রিজের কন্ট্যাক্ট টার্মিনালের ক্ষু এর সাথে লাগানো থাকে। ফিউজ ব্রিজটি ফিউজ সকেটে স্থাপন করলে ফিউজ সকেটের টার্মিনাল দুইটি ব্রিজ টার্মিনাল ও ফিউজ তারের মাধ্যমে কন্ট্যাক্ট পায়। এই ভাবে ফিউজ সকেটের এক টার্মিনাল হতে অপর টার্মিনালের দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

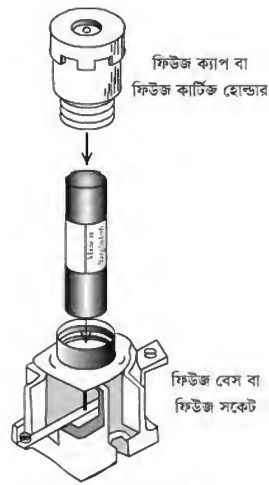
কার্যপ্রণালি: ফিউজের ব্রিজ বা ফিউজ ওয়্যার হোল্ডারে দুইটি কন্ট্যাক্ট থাকে, যা ফিউজ সার্কিটে নির্দিষ্ট খাদে থাকে। ফিউজ তার ফিউজ ব্রিজের দুই কন্ট্যাক্ট টার্মিনাল ক্ষু এর সাহায্যে সংযুক্ত থাকে, যা ফিউজ বেসের দুইটি কন্ট্যাক্ট সংযোগ করে দেয়। যদি ফিউজ তার গলে যায়, তবে মেইন সুইচ বা সার্কিট ব্রেকার বন্ধ করে, ফিউজের ব্রিজ খুলে নির্দিষ্ট রেটিং এর নতুন ফিউজ তার লাগাতে হয়।

এ ধরনের ফিউজের দাম কম এবং বার বার ফিউজ তার পাল্টিয়ে ব্যবহার করা যায়। তাই বাড়ির ওয়্যারিংয়ে এ ধরনের ফিউজ প্রায়ই ব্যবহার হয়।

কার্টিজ ফিউজ বা ক্ষু প্লাগ ফিউজ: এ ফিউজ দেখতে বন্দুকের টোটা বা কার্টিজের মত, তাই একে কার্টিজ ফিউজ বলে। কার্টিজ একটা চীনা মাটি বা গ্লাসের তৈরি নল, যার উভয়দিকে ধাতুর টুপি দিয়ে বন্ধ থাকে। নলের ভিতরে দুই ধাতব টুপির মাঝে ফিউজ তার আটকানো থাকে। ফিউজ পুড়ে যে গ্যাস তৈরি হয়, তা আটকানোর জন্য সিলিকা দিয়ে নল ভর্তি থাকে। ২, ৪, ৬, ১০, ১৫, ২০, ২৫, ৩৫ অ্যাম্পিয়ারের কার্টিজ ফিউজ সচরাচর ব্যবহৃত হয়। ফিউজ পুড়ে গেলে কাঁচের নলের মধ্যে ধোঁয়ার দাগ দেখা যায়। নিচে ১৭.৬ নং চিত্রে ইহা দেখানো হয়েছে।

উপাদান: ফিউজের বিভিন্ন উপাদানগুলো হলো-

- ১। ফিউজ ক্যাপ বা ফিউজ কার্টিজ হোল্ডার, ২। ফিউজ কার্টিজ, ৩। ফিটিং ক্ষু বা কন্ট্যাক্ট ক্ষু,
- ৪। প্রটেকটিভ প্লাস্টিক বা সিরামিক রিং, ৫। ফিউজ বেস বা ফিউজ সকেট।



চিত্র ১৭.৫: স্ক্রু-ইন-টাইপ ফিউজ।



চিত্র ১৭.৬: কার্টিজ ফিউজ বা স্ক্রু-প্রাঙ্গ ফিউজ।

কার্যপ্রণালি: কার্টিজ ফিউজের জন্য ফিউজ কার্টিজ ২, ৪, ৬, ১০, ১৬, ২০, ২৫, ৩০, ৫০, ৬৩ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট মানের পাওয়া যায়। উচ্চ মানের ফিউজ কার্টিজ যেন নিম্ন মানের কন্ট্যাক্ট জুতে লাগানো না যায়, সে জন্য ফিউজ কার্টিজের ফুট কন্ট্যাক্টগুলো বিভিন্ন ব্যাসের হয়ে থাকে। কম কারেন্টের জন্য ফুট কন্ট্যাক্ট ছোট ব্যাসের হয়। যেহেতু ভিন্ন ভিন্ন মানের কার্টিজের এবং ফিটিং স্ক্রুর মান সমান না হলে একে অপরের সাথে ব্যবহার করা যাবে না। যেমন- ২৫ অ্যাম্পিয়ার মানের ফিটিং স্ক্রুতে ৩৫ অ্যাম্পিয়ার ফিউজ কার্টিজ ব্যবহার করা যাবে না।

উপরোক্ত ফিউজ কার্টিজের ভিতরের একটা নকশা দেখানো হয়েছে। এতে নিচের এবং উপরের কন্ট্যাক্টসহ সিরামিকের মূল অংশটা দেখানো হয়েছে। কন্ট্যাক্ট দুইটি বালি ভর্তি একটি বলের মধ্যে একটি ফিউজ তারের সাহায্যে সংযোগ করা হয়েছে। প্রত্যেক কার্টিজে একটি নির্দেশক থাকে, যা ফিউজ তার পুড়ে গেলে কার্টিজ হতে নিক্ষিপ্ত হয় এবং পুড়ে যাওয়া ফিউজ বোঝা যায়।

১। উপরের কন্ট্যাক্ট, ২। নির্দেশক, ৩। ফিউজ তার, ৪। বালির গুড়া, ৫। সিরামিকের মূল অংশ ও ৬। নিচের কন্ট্যাক্ট।

এ ধরনের ফিউজ কম কারেন্ট নেয় এমন ইলেকট্রিক্যাল এবং ইলেকট্রনিক সরঞ্জামে ব্যবহার করা হয়। এটি কাঁচের তৈরি, যার দুইপ্রান্ত দুইটি কন্ট্যাক্ট এর মাধ্যমে ফিউজ ওয়্যার সংযুক্ত থাকে। চিত্র দেখানো অনুযায়ী ফিউজ সকেটে বা স্ক্রু ইন টাইপ ফিউজ হোল্ডারের ফিউজ স্থাপন করা হয়।

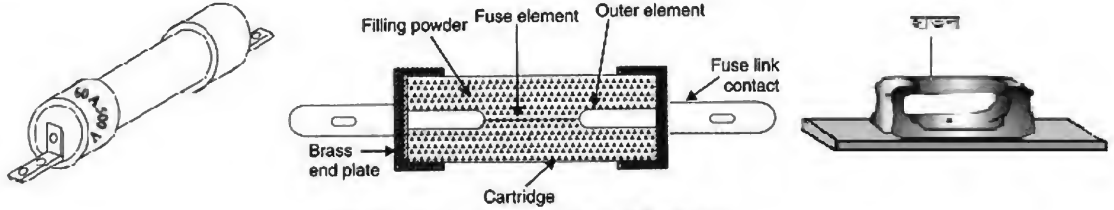
৩। এইচ. আর. সি. ফিউজ: এইচ আর সি অর্থ হাই রাপচারিং ক্যাপাসিটি অর্থাৎ উচ্চ বিদারণ ক্ষমতাসম্পন্ন। অতিরিক্ত লোডের বর্তনীকে রক্ষার জন্য এ ধরনের ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

শর্ট সার্কিট অবস্থায় এটা পাশের যন্ত্রপাতির কোন ক্ষতি সাধন না করে সহজেই বর্তনীকে মুক্ত করতে পারে।

গঠন: এ ফিউজের গঠন অনেকটা কার্টিজ ফিউজের ন্যায়। ফিউজের কার্টিজ নলটি উচ্চ মানের সিরামিক অথবা কাঁচের তৈরি। ফিউজ তার খাঁটি রূপার তৈরি। পিতল বা তামার টুপি দিয়ে নলটির দুই মুখ আটকানো থাকে। ফিউজ তার উভয় টুপির সাথে সংযোগ করা থাকে। টুপিঘর উভয় কন্ট্যাক্ট টার্মিনালের সাথে আটকানো থাকে।

উপাদান: কার্টিজ ফিউজের উপাদানগুলো হলো-

১। হাতল ২। ফিউজ কার্টিজ ৩। ফিউজ সকেট ৪। চিনামাটির নল ৫। কন্ট্যাক্ট প্রান্ত ৬। ফিউজ তার ইত্যাদি।



চিত্র ১৭.৭ : এইচ আর সি কার্টিজ ফিউজ।

কার্যপ্রণালি: সিরামিক বা কাঁচের নলের মধ্যে ফিউজ তারের চতুর্দিকে কোয়ার্টজ পাউডার দিয়ে ভর্তি থাকে। ফিউজ তার গলার সময় ফিউজের কন্ট্যাক্টর ভিতরে যে বৈদ্যুতিক আর্ক উৎপন্ন হয়, তা এ পাউডার শোষণ করে। ফিউজ তার গলার সময় এক প্রকার গ্যাস উৎপন্ন হয়, তা কোয়ার্টজ পাউডারের সঙ্গে একত্র হয়ে ফিউজের ভিতরে যথেষ্ট চাপ এবং তড়িৎ প্রবাহের পথে খুব উচ্চরোধ সৃষ্টি করে। ফলে আর্ক দ্রুত নির্বাপিত হয়।

বিভিন্ন ধরনের ফিউজ বাজারে পাওয়া যায়। প্রত্যেক ফিউজের গায়ে বা কন্ট্যাক্ট টার্মিনালে তারের কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড লেখা থাকে।

বৈদ্যুতিক সার্কিটে শর্ট সার্কিট বা অন্য কোন কারণে খুব বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হলে লাইনের তার ও যন্ত্রপাতি ক্ষতিগ্রস্ত হবে। এ ধরনের নিরাপত্তার জন্য সার্কিটে সহজলভ্য রক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ফিউজ ব্যবহার করা হয়। ফিউজ সর্বদা ফেজ তারে লাগাতে হয়। ইহা নিউট্রাল তারে লাগালে ফিউজ পুড়ে যাওয়ার পরও সুইচ এবং লোড পর্যন্ত বিদ্যুৎ সরবরাহ থাকবে যা রক্ষণাবেক্ষণ কাজে ব্যাঘাত ঘটবে এবং বৈদ্যুতিক শক পাবে। আর ফিউজ পুড়ে যাওয়া অবস্থায় লোড চলবে না এবং সুইচ অন করে কেহ যদি মনে করে বিদ্যুৎ সরবরাহ নেই মনে করে কাজ করতে যায় তাহলে বৈদ্যুতিক শক পাবে। লোড ও সার্কিটের নিরাপত্তার জন্য এবং নিরাপদভাবে রক্ষণাবেক্ষণ কাজের জন্য ফিউজ শুধুমাত্র ফেজ তারেই লাগানো হয়।

ফিউজ পুড়ে যাওয়ার কারণ: যে সমস্ত কারণে ফিউজ পুড়ে যায় সেগুলো হলো-

- ১। শর্ট সার্কিট জনিত কারণে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহে
- ২। অতিরিক্ত লোড সংযোগ করলে
- ৩। সার্জ ভোল্টেজের কারণে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহে ও
- ৪। আর্থ ফস্ট বা আর্থ লিকেজের কারণে অতি কারেন্ট প্রবাহে।

উল্লিখিত কারণে ফিউজের মধ্য দিয়ে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহে যে তাপ হয় তাতেই ফিউজ তার গলে যায় বা পুড়ে যায়।

১৭.১১ বিভিন্ন প্রকার ফিউজের ব্যবহার: নিচে বিভিন্ন ধরনের ফিউজের ব্যবহার উল্লেখ করা করা হলো।

- ১। বাসা-বাড়িতে বিভিন্ন সাব-সার্কিটে ফিউজ ব্যবহার করা হয়।
- ২। লেদ মেশিন, ড্রিল মেশিন ইত্যাদিতে ব্যবহৃত মোটরের জন্য একই রকম ফিউজ ব্যবহার হয়।
- ৩। ইলেকট্রনিক সরঞ্জাম (রেডিও, টিভি, ইউপিএস) এ সহজে পরিবর্তন করা যায় এরূপ ফিউজ হিসেবে স্ক্রু-ইন টাইপ ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

৪। সার্কিটের নিরাপত্তা ও রক্ষণাবেক্ষণে ফিউজ ব্যবহৃত হয়।

৫। সাবস্টেশনে এইচ আর সি ফিউজ ব্যবহৃত হয়।

৬। ফ্রিজের সাইজ অনুযায়ী ৫ এম্পিয়ার থেকে ১০ এম্পিয়ার রি-ওয়্যারয়েবল বা প্লাগ ফিউজ ব্যবহার করা হয়।

অধিকাংশ যন্ত্রপাতিতে কাট্রিজ ফিউজ ব্যবহার করা হয়। যেখানে আগুন লাগার সম্ভবনা থাকে সেখানে এইচ আর সি ফিউজ ব্যবহার করা হয়। এ ফিউজ ব্যবহারে দুইটি অসুবিধা দেখা দেয়।

(ক) হাই ভোল্টেজে অধিক পাওয়ার সরবরাহে ফিউজ ব্যবহার করা যায় না এবং

(খ) ফিউজ পুড়ে গেলে পুনঃস্থাপন করে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিতে হয়, যে কাজ সবাই নিরাপদভাবে করতে পারে না।

১৭.১২ ফিউজের ফিউজিং ফ্যাক্টর: যে পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহের ফলে ফিউজ ইলিমেন্ট পুড়ে যায় বা গলে যায়, তাকে উক্ত ফিউজ এর ফিউজিং কারেন্ট বলে। কোন ফিউজ এর ফিউজিং কারেন্ট এবং রেটেড কারেন্ট এর অনুপাতকে উক্ত ফিউজ এর ফিউজিং ফ্যাক্টর বলে। যেমন কোন ফিউজ এর রেটেড কারেন্ট ও এম্পিয়ার এবং ফিউজিং কারেন্ট

$$I_F \text{ এম্পিয়ার হলে উক্ত ফিউজ এর ফিউজিং ফ্যাক্টর, } F_F = \frac{\text{ফিউজ এলিমেন্টের ফিউজিং কারেন্ট}}{\text{ফিউজ এলিমেন্টের রেটেড কারেন্ট}} = \frac{I_F}{I_R} \text{। ফিউজিং}$$

ফ্যাক্টর যেহেতু একই জাতীয় রাশির অনুপাত তাই এর কোন একক নেই। লাইটিং লোডের ক্ষেত্রে ফিউজিং কারেন্ট, লোড কারেন্টের ১.৫ গুণ। অর্থাৎ ফিউজিং ফ্যাক্টর ১.৫। অপরদিকে মোটরের ক্ষেত্রে ফিউজিং কারেন্ট, লোড কারেন্টের ২.৫ গুণ। অর্থাৎ এক্ষেত্রে ফিউজিং ফ্যাক্টর ২.৫। সাধারণত গ্রহণযোগ্য ফিউজিং ফ্যাক্টর নরমাল কারেন্টের দ্বিগুণ হিসেবে ধরা হয়।

ফিউজিং ফ্যাক্টরের মান সর্বদা একের বেশি হয়। কারণ ফিউজিং কারেন্ট সর্বদা রেটেড কারেন্টের চেয়ে বেশি হয়।

১৭.১৩ ফিউজ তারের সাইজ ও কারেন্ট বহন ক্ষমতার সম্পর্ক নিম্নরূপ:

ফিউজের সাইজ বলতে ফিউজ তারেরই সাইজ বোঝায়। ফিউজ তারের সাইজ ও কারেন্ট বহন ক্ষমতা লোড প্রবাহিত নরমাল কারেন্টের ২৫% বেশি হতে হবে। নিচে বিভিন্ন সাইজের ফিউজের রেটেড কারেন্ট ও ফিউজিং কারেন্ট দেখানো হলো। নিম্নলিখিত বিষয়গুলো এতে প্রভাব ফেলে।

(ক) ফিউজ তারের কার্যকরী অংশের দৈর্ঘ্য

(খ) ফিউজ তারের দুই প্রান্তব্যবহৃত টার্মিনালের সাইজ

(গ) ফিউজ তারের অবস্থা, কারণ রজ্জু আকৃতির ফিউজ সলিড এলিমেন্ট এর চেয়ে কম কারেন্ট বহন করে।

(ঘ) ফিউজ তারের অবস্থান ও ব্যবহারিক ক্ষেত্র।

ফিউজ নিরাপদ বহন যোগ্য কারেন্ট	ফিউজের গলন কারেন্ট	ফিউজ ইলিমেন্ট এর সাইজ গেজ মান মি: মি:
১.৫	৩	৪০
২.৫	৪	৩৯
৩.৫	৬	৩৭
৪.৫	৭	৩৬
৫.০	৮	৩৫

৫.৫	৯	৩৪
৬.০	১০	৩৩
৭.০	১১	৩২
৮.০	১২	৩১
৮.৫	১৩	৩০
৯.৫	১৫	২৯
১০	১৬	২৯

সার্কিট ব্রেকার বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ব্যবহৃত সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ রক্ষণ যন্ত্র। ওভার লোড ও শর্ট সার্কিট জনিত ঘটনায় এমসিবি বহুল ব্যবহৃত একটি রক্ষণ যন্ত্র। এমসিবি বাসা-বাড়ি, দোকান ইত্যাদি ক্ষেত্রে বহুল ব্যবহৃত এক ধরনের সার্কিট ব্রেকার।

১৭.১৪ এমসিবি এর সংজ্ঞা: এমসিবি (MCB) এর পূর্ণ অর্থ মিনিয়োচার সার্কিট ব্রেকার (Miniature Circuit Breaker)। শর্ট সার্কিট ও ওভার লোড জনিত দুর্ঘটনা থেকে সার্কিটকে রক্ষা করতে কম কারেন্ট প্রবাহের সার্কিটের ছোট আকারের যে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা যায় তাহাই এমসিবি। সার্কিট ব্রেকার একটি স্বয়ংক্রিয় রক্ষণ যন্ত্র যা সার্কিটের স্বাভাবিক বা অস্বাভাবিক অবস্থায় সার্কিটকে অফ বা অন করতে পারে।

মিনিয়োচার শব্দের আভিধানিক অর্থ হচ্ছে ছোট আকৃতির। যে সার্কিট ব্রেকার আকারের দিক থেকে ছোট এবং



চিত্র ১৭.৮: এম সি বি

স্বল্প কারেন্টে পরিচালিত হয়, তাকে এমসিবি বলে। সুতরাং মিনিয়োচার সার্কিট ব্রেকার বলতে কম কারেন্ট বহন ক্ষমতা বিশিষ্ট সার্কিট ব্রেকারকে বোঝায়। চিত্র ১৭.৮ তে এমসিবি এর বাহ্যিক গঠন দেখানো হয়েছে।

বাড়িঘরে সাব সার্কিটের লোড, বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি, মোটর এ এমসিবি ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক ত্রুটির কারণে সার্কিটে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ করে।

১৭.১৫ এমসিবি ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা: সাধারণত কম কারেন্ট বহন ক্ষমতা বিশিষ্ট সার্কিট বা বৈদ্যুতিক লোডকে দুর্ঘটনা জনিত বা ওভারলোডের কারণে মাত্রাতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহের হাত থেকে রক্ষার জন্য এমসিবি ব্যবহার করা হয়।

বাড়ি ঘরে, বৈদ্যুতিক এ্যাপ্লায়েন্সে এবং বৈদ্যুতিক মোটরে ইহা ব্যবহৃত হয়। সার্কিট ব্রেকার এমন একটি রক্ষণ যন্ত্র, যা সার্কিটের অস্বাভাবিক অবস্থায় (শর্ট সার্কিট এর কারণে বা অন্য যে কোন কারণে সার্কিটে পূর্ব নির্ধারিত মানের চেয়ে বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হলে) ব্যবহারকারীর বা সার্কিটের কোন ক্ষতি ব্যতিরেকে স্বয়ংক্রিয়ভাবে সার্কিটকে বিচ্ছিন্ন করে দেওয়া, যা সুইচ দ্বারা সম্পূর্ণ হয় না। অথচ সার্কিট ব্রেকার, এমসিবি দিয়ে ফিউজ এবং সুইচ উভয়ের কাজ পাওয়া যায়। সুইচ হিসেবেও এমসিবি ব্যবহার করা যায়। পরিমিত কারেন্ট প্রবাহে এটি অনির্দিষ্ট সময়ের জন্য সক্রিয় থাকে। ১০০% অতিরিক্ত কারেন্ট নিয়ে মোটর চালু করার পর্যাপ্ত সময়ের জন্য এটি সক্রিয় থাকে। ফিউজ ব্যবহার করলে এবং তা পুড়ে গেলে পুনরায় ফিউজ তার না লাগানো পর্যন্ত সার্কিট অফ থাকে। কিন্তু সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করলে সার্কিটের ফল্ট দূর করে অন করে দিলেই পুনরায় সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হবে। উপরোক্ত সুবিধার কারণে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

সুবিধাসমূহ: এমসিবি ব্যবহারে যে সুবিধাগুলো পাওয়া যায় সেগুলো হলো-

- ১। এটি সাধারণ সুইচ ও ফিউজের ন্যায়ও ব্যবহার করা যায়।
- ২। শর্ট সার্কিট, ওভারলোড ও আর্থ ফল্টের কারণে অতিরিক্ত কারেন্ট থেকে বর্তনীকে রক্ষা করতে এটি সর্বোত্তম ব্যবস্থা।
- ৩। ওভারলোডের কারণে এটি তাৎক্ষণিকভাবে ট্রিপ করে না। ১০০% অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহে প্রায় ২০ সেকেন্ড পর্যন্ত এটি সক্রিয় থাকতে পারে এবং পূর্ণ আরপিএম লাভ করা পর্যন্ত অতিরিক্ত প্রারম্ভিক কারেন্ট নিয়ে মোটর চালু করার পর্যাপ্ত সময়ের জন্য এটা চালু থাকে।
- ৪। ফিউজ ব্যবহার করলে বা পুড়ে গেলে পুনরায় ফিউজ তার না লাগানো পর্যন্ত সার্কিট অফ থাকে, কিন্তু সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করলে সার্কিটের ফল্ট দূর করে অন করে দিলেই পুনরায় সার্কিটে কারেন্ট প্রবাহিত হবে।
- ৫। আকারে ছোট বলে এটি অল্প জায়গায় স্থাপন করা যায়।

অসুবিধাসমূহ : এমসিবি ব্যবহারের সুবিধা অনেক। তা ছাড়াও ইহা ব্যবহারে যে অসুবিধাগুলো দেখা যায় সেগুলো হলো-

- ১। তুলনামূলকভাবে ব্যয় সাপেক্ষ।
- ২। একবার কার্যকারিতা নষ্ট হয়ে গেলে জটিল গঠনের কারণে পুনরায় মেরামত করা সম্ভব হয় না।
- ৩। অধিক কারেন্ট বহনে ইহা ব্যবহার করা যায় না।
- ৪। নিম্ন ভোল্টেজ চাপের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হলেও উচ্চ ভোল্টেজ চাপের ক্ষেত্রে এটি ব্যবহার করা যায় না।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বহুল ব্যবহৃত রক্ষণ যন্ত্রের নাম কী?
- ২। রক্ষণ যন্ত্র আমাদের কী সুবিধা প্রদান করে?
- ৩। রক্ষণ যন্ত্রের কাজ কী?
- ৪। একটি ফিউজ তারের যে দুইটি বিশেষ ধর্ম থাকা উচিত সেগুলো কী?
- ৫। ফিউজ তার হিসেবে যে ধাতুটি সবচেয়ে ভালো কিন্তু সচরাচর ব্যবহৃত হয় না তার নাম কী?
- ৬। সবচেয়ে কম গলনাঙ্কের সীসা ও টিন মিশ্রিত সংকর ধাতুর মিশ্রণ অনুপাত কত?
- ৭। ফিউজ হিসেবে ব্যবহৃত তারকে কী বলে?
- ৮। ফিউজ কোন তারে লাগানো থাকে?
- ৯। ফিউজের আঁধার কিসের তৈরি?
- ১০। ফিউজিং ফ্যাক্টর সব সময় কিরূপ হবে?
- ১১। ধাতু হিসেবে ব্যবহৃত ফিউজের উপাদান কী?
- ১২। ফিউজের মূল উপাদানের নাম কী?
- ১৩। ফিউজ তার কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। রক্ষণ যন্ত্র বলতে কী বোঝায়?
- ২। রক্ষণ যন্ত্র ব্যবহারের গুরুত্ব লেখ।
- ৩। ৪টি রক্ষণ যন্ত্রের নাম লেখ।
- ৪। প্রটেক্টিভ ডিভাইস বা রক্ষণ যন্ত্র কাকে বলে?
- ৫। ফিউজ এর শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।
- ৬। ফিউজ তারের সাইজ ও কারেন্ট বহন ক্ষমতা বলতে কী বোঝায়?
- ৭। ফিউজের ফিউজিং ফ্যাক্টর কাকে বলে?
- ৮। একটি ফিউজের রেটেড কারেন্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার এবং ফিউজিং ফ্যাক্টর ২ হলে উহার ফিউজিং কারেন্ট কত?
- ৯। ফিউজ ব্যবহারের অসুবিধা লেখ।
- ১০। কী কারণে ফিউজ পুড়ে?
- ১১। এইচ আর সি ফিউজ ব্যবহারের সুবিধা কী?
- ১২। সার্কিট ব্রেকার বলতে কী বোঝায়?
- ১৩। এমসিবি বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। চিত্রসহ এইচ আর সি ফিউজ এর গঠন প্রণালি বর্ণনা কর।
- ২। মাত্রারিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হলে সার্কিট ব্রেকার এর কাজ কী?
- ৩। সার্কিট ব্রেকার কাজ করেছে কীনা দূর হতে শনাক্ত করার সাধারণত কোনো উপায় আছে কী?
- ৪। সার্কিট ব্রেকার কোন নীতিতে কাজ করে?
- ৫। এমসিবি এর গঠন এবং ব্যবহার বর্ণনা কর।
- ৬। এমসিবি ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
- ৭। এমসিবি ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ।

অষ্টাদশ অধ্যায়

সার্ভিস এন্ট্রান্স

Service Entrance

সার্ভিস এন্ট্রান্স হলো বিদ্যুৎ সরবরাহ লাইন থেকে ব্যবহারকারীর বিল্ডিং বা ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড পর্যন্ত বৈদ্যুতিক এনার্জি নেওয়ার পদ্ধতি। বৈদ্যুতিক বিধি অনুসারে সার্ভিস এন্ট্রান্স সরবরাহকারীর সম্পদ এবং এতে গ্রাহকের হাত দেওয়া, কোনো কাজ করা, মেরামত করা নিষেধ। আমাদের দেশে গ্রাহকের কাছ থেকে খরচ নিয়ে পিডিবি, পল্লি বিদ্যুৎ এ ধরনের অন্যান্য সংস্থা সার্ভিস লাইন দেওয়ার কাজ করে থাকে।

১৮.১ সার্ভিস এন্ট্রান্স বা সার্ভিস মেইন: বিদ্যুৎ সরবরাহকারী প্রতিষ্ঠান পিডিবি, পল্লি বিদ্যুৎ, ডেসকো এর ডিস্ট্রিবিউশন লাইনের গ্রাহকের নিকটবর্তী বৈদ্যুতিক পোল থেকে পিভিসি তার বা ক্যাবল এর মাধ্যমে ব্যবহারকারীর বিল্ডিং বা বাড়ি, কলকারখানাতে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য ব্যবহারকারীর মিটার বোর্ড পর্যন্ত বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়ার পদ্ধতিকে সার্ভিস এন্ট্রান্স বলে। লো ভোল্টেজ পদ্ধতিতে ৫.৮ মিটার উপর দিয়ে এবং হাই ভোল্টেজ পদ্ধতিতে ৬.১ মিটার উপর দিয়ে সার্ভিস লাইন টানা হয়। সার্ভিস লাইনের তার বা সার্ভিস ড্রপ ওয়্যারের জন্য ৬৫০ ভোল্ট গ্রেডের পিভিসি তার ব্যবহার করা হয়। বিদ্যুৎ সরবরাহকারী সংস্থার পোল থেকে গ্রাহকের মিটার পর্যন্ত লাইনকে সার্ভিস এন্ট্রান্স বলে।

গ্রাহকের ধরন (লোডের পরিমাণ ও ধরন) অনুযায়ী সার্ভিস এন্ট্রান্স দুই ধরনের হয়।

১। সিঙ্গেল ফেজ সার্ভিস এন্ট্রান্স ও ২। থ্রি-ফেজ সার্ভিস এন্ট্রান্স।

সার্ভিস কানেকশনের জন্য গ্রাহকের আবেদনের প্রেক্ষিতে সরবরাহকারী প্রতিষ্ঠান সরেজমিনে তদন্ত করে নিয়ম মোতাবেক সংযোগের ব্যবস্থা করে।

১৮.২ সার্ভিস এন্ট্রান্স এর বিভিন্ন অংশ: নিম্নবর্ণিত অংশগুলো নিয়ে সার্ভিস এন্ট্রান্স গঠিত। যথা-

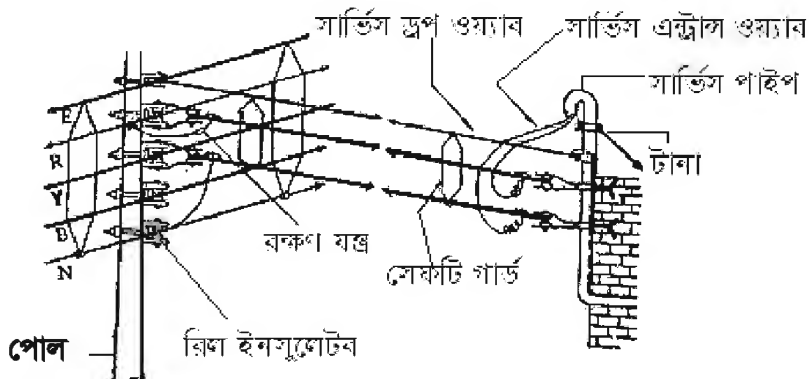
- ১। লাইনের পোল,
- ২। রক্ষণ ও বিচ্ছিন্ন করার ব্যবস্থা-(এরিয়াল ফিউজ বা পোল ফিউজ),
- ৩। সেফটি ডিভাইস (বিভিন্ন রকমের গার্ড),
- ৪। সার্ভিস ব্রাকেট,
- ৫। টানা,
- ৬। সার্ভিস ওয়্যার (বাড়ির বাহির হতে ভিতরের মিটার পর্যন্ত তার),
- ৭। সার্ভিস ড্রপ ওয়্যার (ডিস্ট্রিবিউশন লাইন হতে বিল্ডিং পর্যন্ত জি আই তার) এবং
- ৮। রিল ইনসুলেটর ইত্যাদি।

সার্ভিস এন্ট্রান্স এর বিভিন্ন অংশের বর্ণনা নিচে দেওয়া হলো এবং অংশগুলো নিচের ১৮.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

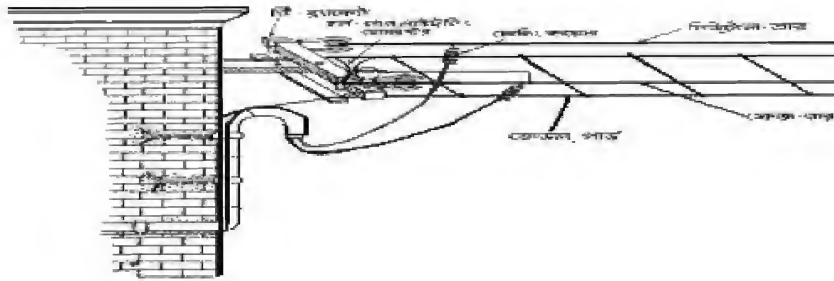
১. সার্ভিস বেল্ট: এটি একটি খোলা তামার তারের রিং বিশেষ যা নিম্নচাপ লাইনের অ্যালুমিনিয়াম তারের সাথে আটকানো হয়।
২. এইচ টাইপ কানেক্টর: এটি দুই দিকে ফাঁকা অ্যালুমিনিয়ামের কানেক্টর এর সাহায্যে সার্ভিস বেল্ট লাইনের সাথে অত্যন্ত মজবুত ভাবে আটকানো হয়। এটি আটকানোর জন্য হ্যান্ড কম্প্রেসার বা হাইড্রোলিক কম্প্রেসার প্রয়োজন হয়।

৩. সার্ভিস ওয়্যার: সার্ভিস ওয়্যার হিসেবে সাধারণত ২৫ বর্গ মিমি সাইজের পিভিসি তার ব্যবহার করা হয়। এর তারের মাধ্যমে সার্ভিস বোল্ট থেকে সংযোগ মিটার বক্সে আনা হয়।
৪. সার্ভিস ব্রাকেট: স্টিলের তৈরি একটি সোজা বা বাঁকানো প্লেট বিশেষ, যার মাঝখানে প্রস্থ বরাবর একটি হাতল আকারের রড ওয়েল্ডিং করে লাগানো থাকে। সার্ভিস ড্রপ ক্ল্যাম্পটি বোল্ট কিংবা পোল বেড ক্ল্যাম্পের সাহায্যে খুটির সাথে আটকানো হয়। যা সার্ভিস ড্রপকে খুটির দিক থেকে টেনে রাখে।
৫. সার্ভিস ড্রপ ওয়্যার: সার্ভিস ড্রপের জন্য ৬৫০ ভোল্ট গ্রেডের তিনটি সাইজের পিভিসি ইনসুলেটেড কপার তার ব্যবহার করা হয়। এখানে উল্লেখ্য যে, সিঙ্গেল ফেজ সরবরাহের ক্ষেত্রে টু-ইন কোর বা ডুপ্লেক্স তার এবং থ্রি-ফেজ সরবরাহের ক্ষেত্রে ফোর কোর বা কোয়াড-ডুপ্লেক্স তার ব্যবহার করা হয়। কিন্তু পল্লি বিদ্যুতায়নের ক্ষেত্রে পিভিসি ইনসুলেটেড এ্যালুমিনিয়াম পরিবাহী ব্যবহার করা হয়।
৬. সেকেন্ডারী ক্রেভিস: এটি স্টিল বা উন্নত প্লাস্টিকের তৈরি এক ধরনের ক্ল্যাম্প যার দুইটি অংশের মাঝে সার্ভিস ড্রপের নিউট্রাল তারটি বসিয়ে ড্র অংশে লাগানো স্টিল ওয়্যার হুকটি টানে আটকিয়ে দেওয়া হয়। অতঃপর হুকটিকে সার্ভিস ব্রাকেটের সাথে অটকানো হয়।
৭. সার্ভিস এন্ট্রান্স ওয়্যার: বর্তমানে সার্ভিস এন্ট্রান্স ওয়্যার হিসেবে আলাদা কোন তার ব্যবহার করা হয় না। সার্ভিস ড্রপ ওয়্যারকে টান করে সার্ভিস এইড ক্ল্যাম্পের সাথে পুনরায় সেকেন্ডারী ক্রেভিস দিয়ে আটকিয়ে অবশিষ্ট অংশ সার্ভিস এন্ট্রান্স হিসেবে সার্ভিস পাইপের ভিতর দিয়ে মিটারের সাথে সংযুক্ত করে দেওয়া হয়।
৮. সার্ভিস পাইপ: এর মধ্য দিয়ে সার্ভিস তার গ্রাহকের বাড়িতে বা ঘরে প্রবেশ করানো হয়। সার্ভিস পাইপ হিসেবে ৩৮ মি.মি. বা ২৫ মি. মি. ব্যাসের জি আই পাইপ ব্যবহার করা হয়। এর উপর দিয়ে যেন বৃষ্টির পানি প্রবেশ না করতে পারে সে জন্য পাইপটির উপরের প্রান্তটি বেড করে দেওয়া হয় যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।
৯. টানা তার বা স্টে ওয়্যার: সার্ভিস পাইপের একপার্শ্বে সার্ভিস তারের টান থাকে বলে পাইপটি তারের টানে বেঁকে যেতে পারে। তাছাড়া ঝড়ের সময় প্রবল বাতাসের ফলে দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। এরূপ সমস্যা থেকে মুক্ত থাকার জন্য সার্ভিস পাইপকে সার্ভিস তারের বিপরীত দিকে টেনে রাখার জন্য জি আই তারের টানা দেওয়া হয়, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

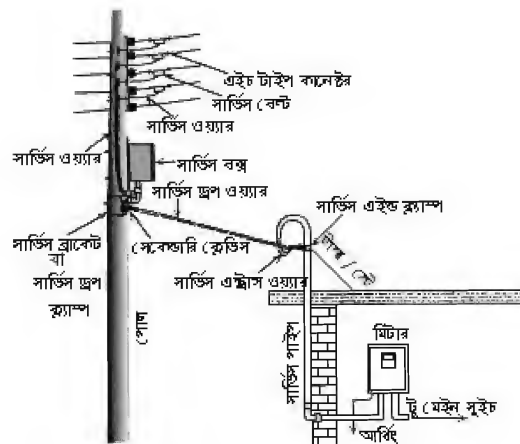
১৮.৩ সার্ভিস এন্ট্রান্স এর লাইন ডায়াগ্রাম (সিঙ্গেল ফেজ ও তিন ফেজ):



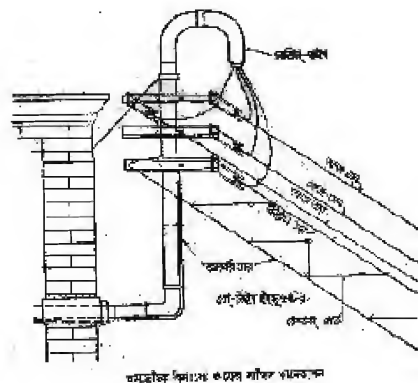
চিত্র ১৮.১ : সিঙ্গেল ফেজ সার্ভিস এন্ট্রান্স এর লাইন ডায়াগ্রাম।



চিত্র ১৮.২ : ফ্রেডল গার্ডসহ সিঙ্গেল কেক সার্ভিস এন্ট্রান্স এর লাইন ডায়গ্রাম।



চিত্র ১৮.৩: পল্লি বিদ্যুৎ সিস্টেমে ব্যবহৃত সিলেক্স ফেজ সার্ভিস এন্ট্রাল এর লাইন ডায়াগ্রাম।



চিত্র ১৮.৪ : তিন কেজি সার্ভিস এন্ট্রাল এর লাইন ডায়াগ্রাম।

১৮.৪ সার্ভিস এন্ট্রালের জন্য প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা:

ক্রমিক সংখ্যা	মালামালের বিবরণ	সাইজ	পরিমাণ
১.	জি আই পাইপ (সার্ভিস পাইপ)	৫০ মি.মি	৩ মিটার
২.	জি আই এলবো	৫০ মি.মি.	২ টি
৩.	জি আই সকেট	৫০ মি.মি.	১ টি
৪.	জি আই বেড	৫০ মি.মি.	১ টি
৫.	জি আই কলার	৫০ মি.মি.	১ টি
৬.	জি আই লকনাট	৫০ মি.মি.	১ টি
৭.	জি আই রিডিউসিং সকেট	৫০ মি.মি. × ১৯ মি.মি.	১ টি
৮.	ক্ল্যাম্প, নাট বোল্টসহ এ. এস. অ্যাঙ্গেল ক্রস আর্ম	৫০ মি.মি. × ৫০ মি.মি. × ৬০ মি.মি.	৪ টি
৯.	নাট বোল্টসহ আর্থ/স্টে ক্ল্যাম্প	৫০ মি.মি.	১ টি
১০.	জি আই স্টে হুক	১৯ মি.মি. × ২০ মি.মি.	১ টি
১১.	জি আই স্টে তার	৭/১২	২.৫ কেজি
১২.	জি আই থিম্বল	৩৮ মি.মি.	২ টি
১৩.	ক্ল্যাম্প, নাট বোল্টসহ স্যাকল ইনসুলেটর	৭৫ মি.মি. × ৪৪ মি.মি.	৮ টি
১৪.	এ এ সি কন্ডাক্টর	৭/২.২১	৪০ মিটার
১৫.	৬৫০ ভোল্ট গ্রেড, সিঙ্গেল কোর পি. ভি. সি. ক্যাবল	৭/১.৭০	৩০ মিটার
১৬.	জি আই তার	৪ নং গেজ	৩০ মিটার
১৭.	এম এস কন্ডুইট	৩১ মি.মি.	২০ মিটার
১৮.	ইনস্পেকশন ব্রেন্ড	৩১ মি.মি.	৬ টি
১৯.	ইনস্পেকশন এলবো	৩১ মি.মি.	৫ টি
২০.	স্যাডল	৩১ মি.মি.	২০ টি
২১.	পিভিসি গুলো	নরমাল	২০ টি
২২.	স্ক্রু	৩৮ মি.মি.	২০ টি
	ঐ	১৯ মি.মি.	২০ টি
২৩.	এরিয়াল ফিউজ	৩০ অ্যাম্পিয়ার	৩ টি
২৪.	কাট আউট	১৫	৪ টি
২৫.	সেফটি ফিউজ		২ টি
২৬.	মিটার বোর্ড	৩০ সে.মি. × ২৫ সে.মি.	৪ টি
২৭.	নোটিশ বোর্ড		৪ টি
২৮.	সিমেন্ট, বালি, পাথর কুচি প্রভৃতি		প্রয়োজন মত
২৯.	আর্থ ওয়্যার	১৮ গেজি	২.২ মিটার
৩০.	আর্থ ক্ল্যাম্প	সাইজ মত	৪ টি
৩১.	আর্থ ইলেকট্রোড	৩৮ মি. মি.	১ টি

১৮.৫ সার্ভিস এন্ট্রালের জন্য ক্যাবলের সাইজ নির্ধারণ: সার্ভিস এন্ট্রালের জন্য সাধারণত 650 ভোল্ট গ্রেডের তামার পিভিসি ক্যাবল ব্যবহার করা হয়। সার্ভিস এন্ট্রালের জন্য ক্যাবল কারেন্ট ক্যাপাসিটি উক্ত সার্ভিসের আওতাভুক্ত বাড়ি বা প্রতিষ্ঠানের লোডের পরিমাণ বা সর্বোচ্চ লোড কারেন্ট এর উপর ও প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। যে কোন সার্ভিস এন্ট্রালের ক্যাবল সাইজ নির্ধারণের ক্ষেত্রে নিম্নের বিষয়সমূহ বিবেচনা করতে হবে।

সার্ভিস ওয়্যারের প্রকৃত সাইজ নিম্নের উদাহরণ অনুযায়ী হিসেব করা যেতে পারে।

ধরা যাক, একটি বাড়ির মোট লোড ১০,০০০ ওয়াট, সরবরাহ ভোল্টেজ ২৩০ ভোল্ট। তাহলে মোট কারেন্ট হবে $\frac{10000}{230} = ৪৩.৪৭$ অ্যাম্পিয়ার। অতএব পরবর্তী উচ্চ কারেন্ট ৬০ অ্যাম্পিয়ার বহন ক্ষমতা সম্পন্ন

সার্ভিস ওয়্যার দিতে হবে। তবে সর্বনিম্ন সার্ভিস ওয়্যার ৩০ অ্যাম্পিয়ার কারেন্ট বহন ক্ষমতার কম নেওয়া যাবে না। অর্থাৎ সর্বনিম্ন $1 \times 9/0.028''$ সাইজের তার ব্যবহার করতে হবে। তবে, সচরাচর সর্বনিম্ন $1 \times 9/0.036$ সাইজের ক্যাবল ব্যবহার করা হয় এবং আর্থের তারের জন্য ৮ এস.ডব্লিউ.জি. গ্যালভানাইজ করা লোহার তার ব্যবহার করা হয়।

১. সিঙ্গেল ফেজ সার্ভিস এন্ট্রাল ইনস্টলেশন এর ক্ষেত্রে সর্বনিম্ন ক্যাবল সাইজ ৩০ অ্যাম্পিয়ার হওয়া প্রয়োজন। এ ক্ষেত্রে লোড বৃদ্ধির সম্ভবনা থেকে ক্যাবল সাইজ বাড়ানো যেতে পারে।
২. বাংলাদেশ পাওয়ার ডেভেলপমেন্ট বোর্ড সার্ভিস এন্ট্রালের জন্য ৬৫০ ভোল্ট গ্রেডের তিনটি সাইজের পিভিসি ইনসুলেটেড কপার তার সরবরাহ করে। এগুলো নিম্নরূপ-
ক) ৭/০৩৬ বর্গ মি.মি পিভিসি তার (৪.৫ আর এম);
খ) ৭/০৪৪ বর্গ মি.মি পিভিসি তার (৬ আর এম);
৩. সিঙ্গেল ফেজ সরবরাহের ক্ষেত্রে টু-ইন কোর বা ডুপ্লেক্স তার ব্যবহার করা হয়।
৪. থ্রি ফেজ সরবরাহের ক্ষেত্রে ফোর কোর বা কোয়াড-ডুপ্লেক্স তার ব্যবহার করা হয়।
৫. পল্লি বিদ্যুতায়নের ক্ষেত্রে সিঙ্গেল ফেজ সার্ভিস ড্রপের জন্য ফেজ তারে প্রয়োজনীয় পিভিসি ইনসুলেটেড, এ্যালুমিনিয়াম এবং নিউট্রালের জন্য খোলা এ্যালুমিনিয়াম তার ব্যবহার করা হয়।

তাছাড়া সার্ভিস তারের প্রকৃত সর্বনিম্ন সাইজ নিচের উদাহরণ অনুযায়ী হিসেব করা যেতে পারে। যেহেতু ওয়্যারিং এ সার্কিটের সংখ্যা দুই এর অধিক, অতএব সার্ভিস ২৩০ ভোল্ট দুই তার সিস্টেমের হবে। প্রয়োজনীয় কারেন্ট হবে, $৫২৬১ \div ২৩০ = ২২.৮৭$ অ্যাম্পিয়ার। অতএব ২২.৮৭ অ্যাম্পিয়ার সাইজের পরবর্তী উচ্চ কারেন্ট বহন ক্ষমতা সম্পন্ন অর্থাৎ ৩০ অ্যাম্পিয়ার সার্ভিস ওয়্যার বাছাই করতে হবে।

পূর্বোক্ত ইনস্টলেশনের জন্য ইলেকট্রিক্যাল সম্প্রসারণ সংযোজন করলে নিচের বর্ণনা অনুযায়ী হিসেব করতে হবে। ২৩০ ভোল্ট সরবরাহের জন্য কারেন্ট হবে, $১৩২৬১ \div ২৩০ = ৫৭.৬৬$ অ্যাম্পিয়ার। পূর্বের ন্যায় পরবর্তী উচ্চ কারেন্ট ৬০ অ্যাম্পিয়ার বহন ক্ষমতা সম্পন্ন সার্ভিস ওয়্যার বাছাই করতে হবে।

১৮.৬ সার্ভিস এন্ট্রালের প্রয়োজনীয় শর্তসমূহ: গ্রাহকের ধরন এবং বাংলাদেশের বিদ্যুৎ সরবরাহ নিয়ম অনুযায়ী সার্ভিস এন্ট্রালের প্রয়োজনীয় শর্তসমূহ নিচে দেওয়া হলো-

১। সার্ভিস লাইন ওভারহেড হলে ভূমি হতে লাইনের সর্বনিম্ন কন্ডাকটরের মধ্যে এবং পাশের বিল্ডিং এর মধ্যে নিরাপদ ব্যবধান (৩.০৫ মিটার বা ১০ ফুট) রাখতে হবে।

সার্ভিস লাইন রাস্তার আড়াআড়ি হলে-

(ক) নিম্ন ও মাঝারি ভোল্টেজ লাইনের কন্ডাকটর/পরিবাহীর উচ্চতা ৫.৪৯৫ মিটার বা ১৮ ফুট এবং

(খ) উচ্চ ভোল্টেজ লাইনের উচ্চতা ৬.০১ মিটার বা ২০ ফুট রাখতে হবে।

সার্ভিস লাইন রাস্তার লম্বালম্বি হলে-

(ক) নিম্ন ও মাঝারি ভোল্টেজ লাইনে কডাকটরের উচ্চতা ৪.৫৭ মিটার বা ১৫ ফুট এবং

(খ) উচ্চ ভোল্টেজের জন্য ৫.৪৯৫ মিটার বা ১৮ ফুট রাখতে হবে।

সার্ভিস লাইন রাস্তার আড়াআড়ি বা লম্বালম্বি ব্যতীত অন্য কোন স্থানে হলে-

(ক) নিম্ন ও মাঝারি ভোল্টেজের লাইনের জন্য খোলা তারের উচ্চতা কমপক্ষে ৪.৫৭৫ মিটার ১৫ ফুট এবং ইনসুলেটেড তারের উচ্চতা ৩.৯৬৫ মিটার বা ১৩ ফুট নিতে হবে।

সার্ভিস লাইন কোন সমতল ছাদ, খোলা বেলকুনি, বারান্দার অথবা প্রবেশ দ্বারের উপর দিয়ে গেলে সর্বোচ্চ পয়েন্ট হতে লম্বভাবে ২.৪৪ মিটার ব্যবধানে রাখতে হবে। পাশ দিয়ে গেলে নিকটতম পয়েন্ট থেকে ১.২২ মিটার ব্যবধানে রাখতে হবে।

২। সার্ভিস এন্ট্রান্সের কানেকশন পোল থেকে নিতে হবে। কখনও অন্য জায়গা থেকে নেওয়া উচিত নয়।

৩। পোল হতে গ্রাহকের বাড়ি পর্যন্ত ৩৫ মিটারের বেশি দূরত্বের সংযোগ দেওয়া উচিত নয়।

৪। বাংলাদেশের বিদ্যুৎ বিধি মোতাবেক সার্ভিস বক্স হতে গ্রাহকের মিটার এর মাঝে সার্ভিস তারে জয়েন্ট দেওয়া যাবে না কিংবা রক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করা যাবে না।

৫। সার্ভিস এন্ট্রান্স পরিবাহীর বর্ণিত নিয়মের কম হলে পর্যাপ্ত ভাবে ইনসুলেটেড করে নিতে হবে।

৬। বর্তমানে বাংলাদেশের সকল বিদ্যুৎ সরবরাহকারী প্রতিষ্ঠান সার্ভিস এন্ট্রান্সের জন্য ইতিপূর্বে ব্যবহৃত এরিয়াল ফিউজ স্থাপনের নিয়ম বাতিল করেছে।

৭। সাধারণ নিয়ম মোতাবেক বৈদ্যুতিক খুঁটি হতে ৩০ মিটারের অধিক দূরত্বে বিতরণ লাইন সম্প্রসারণ করে সরাসরি কোন গ্রাহককে সংযোগ প্রদান করা যাবে না।

৮। উপযুক্ত নিরাপত্তা ব্যবস্থা থাকতে হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সিঙ্গেল ফেজ সরবরাহের জন্য সার্ভিস এন্ট্রান্সে ব্যবহৃত তারের সংখ্যা কতটি?

২। তিন ফেজ সরবরাহের জন্য সার্ভিস এন্ট্রান্সে ব্যবহৃত তারের সংখ্যা কতটি?

৩। ব্যবহৃত লোডের ভিত্তিতে সার্ভিস এন্ট্রান্স লাইন কত প্রকার?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১। সার্ভিস এন্ট্রান্স বলতে কী বোঝায়?

২। সার্ভিস এন্ট্রান্সের ক্যাবলের সাইজ সর্বনিম্ন কত হয়?

৩। সার্ভিস এন্ট্রান্সের যে কোন ৫টি অংশের নাম লেখ।

৪। সার্ভিস লাইন রাস্তার লম্বালম্বিভাবে স্থাপন করলে নিম্ন এবং মাঝারি ভোল্টেজের জন্য উচ্চতা (ক্রিয়ারেস) কত মিটার হওয়া উচিত?

রচনামূলক প্রশ্ন

১। সার্ভিস এন্ট্রান্সের প্রয়োজনীয় শর্তসমূহ বর্ণনা কর।

২। সার্ভিস এন্ট্রান্স বলতে কী বোঝ? সার্ভিস এন্ট্রান্সের মালামালের তালিকা প্রস্তুত কর।

উনবিংশ অধ্যায়

আর্থিং

Earthing

আর্থিং বা গ্রাউন্ডিং এর অর্থ হলো নগণ্য রেজিস্ট্যান্স সম্পন্ন তার দিয়ে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিকে আর্থের সাথে সংযোগ করা, যেন যন্ত্রপাতি ব্যবহারকারী নিরাপদে সেগুলো ব্যবহার করতে পারে। ইহা ব্যবহৃত ঐ যন্ত্রের বডি'র ভোল্টেজ শূন্য মানে রাখবে আর ব্যবহারকারী সকল ক্ষেত্রেই বৈদ্যুতিক শক থেকে নিরাপদ থাকবে। এ ক্ষেত্রে সাপ্লাইয়ের নিউট্রাল সঠিকভাবে আর্থ করা থাকতে হবে। বৈদ্যুতিক নিরাপদ বিধি অনুযায়ী আর্থিং হবে এমন যেন কোন বিপদ ছাড়াই আর্থিং দিয়ে এনার্জি ডিসচার্জ হতে পারে।

১৯.১ আর্থিং এর সংজ্ঞা: কোন তার, তারের আবরণ, কলকজা, কিংবা আসবাবপত্রের ব্যবহারের ধাতব আবরণ প্রভৃতির সঙ্গে মাটির বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থাপন করাকে আর্থিং বলে।
অথবা, অনাকাঙ্ক্ষিত বিদ্যুতের হাত হতে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি এবং মানুষকে রক্ষা করে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ধাতু নির্মিত বহিরাবরণ হতে বৈদ্যুতিক কারেন্টকে কোন তারের সাহায্যে নিরাপদে মাটিতে প্রেরণের ব্যবস্থাকে আর্থিং বলে।

১৯.২ আর্থিং এর প্রয়োজনীয়তা: বৈদ্যুতিক সিস্টেমের, যন্ত্রপাতির, ব্যবহারকারীর নিরাপত্তা ইত্যাদি বিষয়ে আর্থিং এর প্রয়োজনীয়তা নিচে উল্লেখ করা হলো।

- ১। বজ্রপাত, শর্ট সার্কিট, কিংবা ইনসুলেশন নষ্ট হয়ে বা অন্য যে কোন কারণে ইলেকট্রিক্যাল ইকুইপমেন্ট বা সিস্টেমের ভোল্টেজ বেড়ে গেলে তা মাটিতে পৌঁছে দেওয়ার জন্য আর্থিং করা প্রয়োজন।
- ২। ট্রান্সফরমারের একটি লাইন ক্রটিযুক্ত হলে হাই ভোল্টেজ উৎপত্তি হয়। উক্ত হাই ভোল্টেজকে মাটির মধ্যে প্রবাহিত করার জন্য আর্থিং এর প্রয়োজন।
- ৩। অতিরিক্ত লিকেজ কারেন্ট আর্থিং তারের মধ্যে প্রবাহিত হয়ে লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের সাহায্যে অলটারনেটর, ট্রান্সফরমার ও বৈদ্যুতিক মেশিনারিজকে ধ্বংসের হাত থেকে রক্ষা করার জন্য আর্থিং এর প্রয়োজন।
- ৪। কোন কারণে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি বা সরঞ্জাম বডি হলে উক্ত যন্ত্রপাতি বা সরঞ্জাম যে ব্যক্তি চালনা করবে, সে ব্যক্তি এবং অন্য কোন প্রাণীকে বৈদ্যুতিক শক বা আঘাত থেকে রক্ষা করার জন্য আর্থিং করা প্রয়োজন।
- ৫। বড় বড় ইমারতকে বজ্রপাত হতে রক্ষা করার জন্য আর্থিং এর প্রয়োজন।

আর্থিং এর গুরুত্ব: বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ব্যবহৃত সরঞ্জাম ও যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে আর্থিং করার গুরুত্ব যে অপরিসীম তা নিচের ব্যাখ্যার দ্বারা ভালোভাবে জানা যাবে।

- ১। আর্থিং সার্কিটের কোন ক্রটিযুক্ত কারেন্টকে সহজে মাটি দিয়ে প্রবাহিত করে, যার ফলে ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার প্রভৃতি রক্ষণ যন্ত্র খুলে যায় এবং ক্রটিযুক্ত অংশ সহজে উৎস হতে আলাদা করে।
- ২। ওয়্যারিংয়ের যে কোন অংশের ভোল্টেজ আর্থের সাথে কোন নির্দিষ্ট মানে বজায় রাখা।
- ৩। ক্রটিকালীন অবস্থায় যাতে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামে কোন বিপজ্জনক ভোল্টেজ না থাকে, তার নিশ্চয়তা দেয়।

১৯.৩ আর্থিং এর প্রয়োজনীয় মালামালের তালিকা: আর্থিং এর প্রয়োজনীয় প্রধান উপাদান তিনটি। যথা-

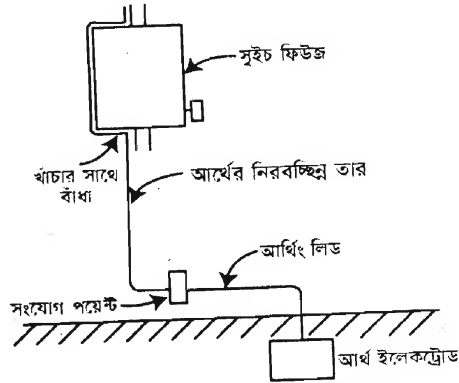
- ১। আর্থ প্লেট বা আর্থ ইলেকট্রোড,

২। মেইন আর্থিং লিড বা আর্থ তার এবং

৩। আর্থের নিরবিচ্ছিন্ন তার।

যে কন্ডাকটরের সাহায্যে বৈদ্যুতিক আসবাবপত্র, যন্ত্রপাতি কিংবা ওয়্যারিংয়ের ধাতব আবরণ এর সঙ্গে আর্থিং লিড এর সংযোগ হয়, তাকে আর্থের নিরবিচ্ছিন্ন বা আর্থ কন্টিনিউয়িটি কন্ডাকটর বলে। আর যে পরিবাহীর মাধ্যমে আর্থ কন্টিনিউয়িটি কন্ডাকটরকে আর্থ ইলেকট্রোড এর সাথে সংযোগ করেদেয় তাকে আর্থিং লিড বা আর্থ তার বলে।

আর্থিং এর এ উপাদানসমূহ ব্যবহার করে আর্থিং করতে যে মালামালগুলো প্রয়োজন হয় সেগুলো নিচের ছকে দেওয়া হলো।



চিত্র ১৯.১: আর্থিং উপাদানসমূহ।

ক্রমিক নং	মেটেরিয়াল স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ
১.	কপার প্লেট ৬০সেমি×৬০সেমি×৩ মি.মি.	১ পিস
২.	জি আই পাইপ ১৮ মি.মি.	৪ মিটার
৩.	স্ট্যান্ডার্ড সাইজ সহ জিআই নাট এবং বোল্টস ওয়াসার	২ পিস
৪.	ডপভিসি পাইপ ১৮ মি.মি. ওয়াটার থ্রেড	৪ মিটার
৫.	স্যাডল ১৮ মি.মি.	৮ পিস
৬.	পিভিসি বেন্ট ১৮ মি.মি., জিআই ওয়্যার ১৮ মি.মি.	৩ পিস
৭.	জিআই ওয়্যার এসডব্লিউজি নং-৮	১ কেজি
৮.	জিআই কভার ২৫সেমি×২৫সেমি	১ পিস
৯.	ফানেল, স্ট্যান্ডার্ড সাইজ	১ পিস
১০.	চারকল	১০ টিন
১১.	লবণ	১৫ কেজি
১২.	শক ট্রিটমেন্ট চার্ট	১ পিস
১৩.	নিরাপত্তা প্লেট	১ পিস
১৪.	সিমেন্ট এবং বালি	পরিমাণমত

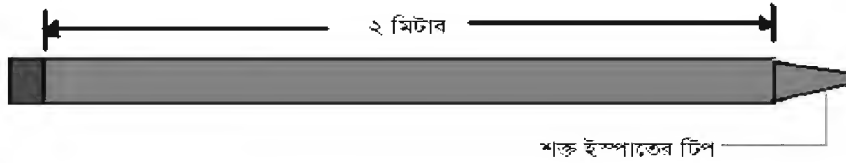
১৯.৪ আর্থ ইলেকট্রোডের শ্রেণিবিভাগ: মাটির সাথে কার্যকরী বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থাপনের জন্য আর্থ তার এর শেষে যে ধাতুর ফলক বা পাত কিংবা ধাতুর পাইপ মাটির ভিতরে পৌঁতা থাকে তাকে আর্থ প্লেট বা আর্থ ইলেকট্রোড (তড়িৎদ্বার) বলে। যে ধাতুর আর্থ তার ব্যবহার করা হয়, সে ধাতুরই আর্থ প্লেট বা আর্থ ইলেকট্রোড হওয়া প্রয়োজন। আর্থিং এর উপাদানগুলোর অন্যতম হলো আর্থ ইলেকট্রোড।

আর্থিং এ গুরুত্ব অনুযায়ী বিভিন্ন ধরনের আর্থ ইলেকট্রোড ব্যবহার করা হয়। কলকারখানায় ভালো আর্থিং করতে হয় বলে প্লেট বা পাইপ ইলেকট্রোড ব্যবহার করা হয়। বাসা বাড়িতে রড ইলেকট্রোড দিয়ে আর্থিং করা হয়। সচরাচর পাঁচ রকমের আর্থ ইলেকট্রোড ব্যবহার করা হয়। এগুলো নিম্নরূপ-

১। পাইপ ইলেকট্রোড, ২। রড ইলেকট্রোড, ৩। প্লেট ইলেকট্রোড, ৪। স্ট্রিপ বা কন্ডাকটর ইলেকট্রোড ও ৫। শিট ইলেকট্রোড।

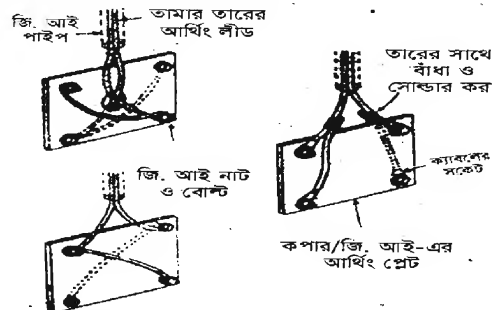
(ক) পাইপ ইলেকট্রোড: গ্যালভানাইজ করা ইস্পাত বা লোহার পাইপ, যার সর্বনিম্ন ব্যাস কমপক্ষে ৩৮.১ মি. মি. এবং লম্বা ২ মিটার পাইপ আর্থ ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহৃত হয়। টিউবওয়ার্ল্ডের পাইপের সাথেও আর্থ করা যায়।

(খ) রড ইলেকট্রোড: গ্যালভানাইজ করা লোহার বা ইস্পাত রড (যার সর্বনিম্ন ব্যাস ১৬ মি. মি.) কিংবা তামার রড (যার সর্বনিম্ন ব্যাস ১২.৫ মি. মি.) কে ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তবে রডের সর্বনিম্ন দৈর্ঘ্য ২.০ মিটার হতে হবে।



চিত্র ১৯.২ : রড ইলেকট্রোড।

(গ) প্লেট ইলেকট্রোড: গ্যালভানাইজ করা লোহার প্লেট, যার সাইজ ৬০ সে. মি.×৬০সে. মি.×৬.৩৫ মি. মি. এবং তামার আর্থ প্লেটের সাইজ ৬০ সে. মি.×৬০ সে. মি.×৩.১৫ মি. মি. -কে প্লেট ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। উভয়ক্ষেত্রে প্লেটকে দাঁড় করিয়ে মাটিতে এমনভাবে পুততে হবে, যাতে তার উপরের অংশ ভূমির অন্তত তিন মিটার নিচে থাকে, যা ১৯.৩ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১৯.৩ : প্লেট ইলেকট্রোড।

(ঘ) স্ট্রিপ বা কন্ডাকটর ইলেকট্রোড: গ্যালভানাইজ করা লোহা বা ইস্পাতের পাত (যার সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ২৫ মি. মি. × ৪ মি. মি.) কিংবা তামার পাত (যার সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ২৫ মি. মি. × ১.৬ মি. মি.) কে

ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। গোলাকার তামার কন্ডাকটর হলে সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ৩ বর্গ মি. মি. এবং গ্যালভানাইজ করা লোহা বা ইস্পাতের হলে ৬ বর্গ মি. মি. হওয়া উচিত। স্ট্রিপ বা কন্ডাকটরের দৈর্ঘ্য ১৫ মিটারের কম হওয়া উচিত নয়।

(ঙ) **শীট ইলেকট্রোড** : গ্যালভানাইজ করা লোহার শিট, যার পুরুত্ব কমপক্ষে ১.৬৩ মি. মি. এবং সাইজ ২ হতে ৬ বর্গমিটার হওয়া উচিত।

মেইন আর্থিং লিড বা আর্থ তার: বিদ্যুৎ গ্রাহকের আর্থ টার্মিনাল (এমডিবি বা মেইন সুইচের আর্থ টার্মিনাল) কিংবা আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের কয়েলকে আর্থ প্লেট বা আর্থ ইলেকট্রোড এর সঙ্গে সংযোগ করতে যে তার ব্যবহার হয়, তার নাম আর্থ তার। কখনও কখনও আর্থ তার, আর্থ প্লেটকে সরাসরি আসবাবপত্র বা মেশিনের আবরণের সাথে সংযোগ করে। তামার কিংবা গ্যালভানাইজ করা লোহার তার (সাধারণত ৮, ৬ কিংবা ৪ নং এর গেজ এর (S.W.G) আর্থ তার হিসেবে ব্যবহার করা হয়, যা ২৩.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

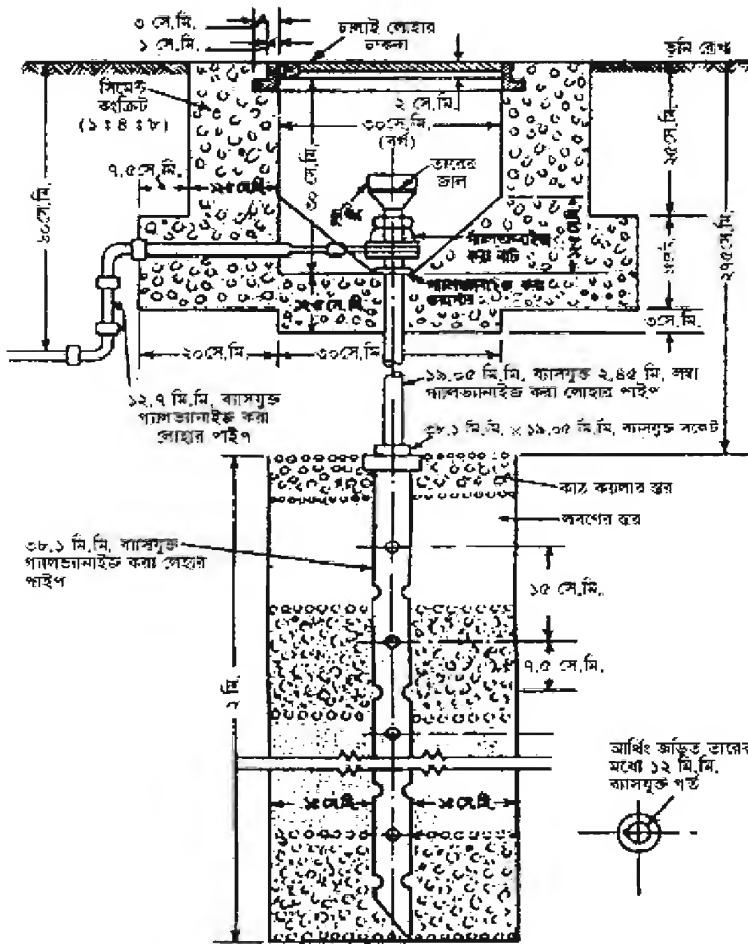
আর্থ কন্টিনিউয়িটি কন্ডাকটর: যে কন্ডাকটরের সাহায্যে বৈদ্যুতিক আসবাব, যন্ত্রপাতি কিংবা ওয়্যারিংয়ের ধাতুর আবরণ বা খোলার সঙ্গে আর্থ তার এর কানেকশন করা হয়, তার নাম আর্থ কন্টিনিউয়িটি কন্ডাকটর। এ তারের সাহায্যে সমস্ত ওয়্যারিং ও আসবাবপত্রে আর্থের কন্টিনিউয়িটি বজায় থাকে, যা ২৩.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

১৯.৫ আর্থিং করার পদ্ধতি: সঠিক আর্থিং করতে সঠিক উপাদানসমূহ ব্যবহার করে নিয়ম মোতাবেক আর্থিং করতে হয়। ব্যবহৃত আর্থ ইলেকট্রোডের উপর ভিত্তি করে আর্থিং পাঁচ প্রকার হয়ে থাকে। যথা-

১। পাইপ আর্থিং ২। রড আর্থিং ৩। প্লেট আর্থিং ৪। শিট আর্থিং এবং ৫। স্ট্রিপ আর্থিং।

নিচে আর্থিং করার বিভিন্ন ধরনের পদ্ধতির বর্ণনা দেওয়া হলো।

১। পাইপ আর্থিং: গ্যালভানাইজ করা লোহার বা ইস্পাতের পাইপ ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। পাইপের দৈর্ঘ্য কমপক্ষে ২ মিটার আর ভিতরের ব্যাস ৩৮ মি. মি. হতে হবে। মাটি যদি শুকনা এবং খুব শক্ত হয়, তবে পাইপের দৈর্ঘ্য ২.৭৫ মিটার নিতে হবে। পাইপকে লম্বালম্বিভাবে ৭.৫ সে. মি. অন্ড্র ১২ মি. মি. ব্যাস বিশিষ্ট ছিদ্র করা হয়। একটি ছিদ্র পরবর্তী ছিদ্রের আড়াআড়ি হবে যেন উপর হতে পানি ঢাললে ছিদ্রের মাধ্যমে পানি গিয়ে ইলেকট্রোডের চারপাশে মাটি ভেজা রাখে। বিভিন্ন হতে ১.৫ মিটার ব্যবধানে সাধারণত ৪.৭৫ মিটার গভীর গর্ত করা হয়। তবে মাটির ভিতর যতটা গভীরে ভেজা মাটি পাওয়া যায়, ততদূর পর্যন্ত গর্ত খোঁড়া প্রয়োজন। পাইপের নিচের দিকে চারপাশে ১৫ সে. মি. পর্যন্ত জায়গা কাঠ কয়লা আর লবণ দিয়ে ঘিরে দিতে হয়। এর ফলে পাইপ আর মাটির মধ্যে সংযোগের আয়তন বাড়ে এবং লবণ সে আর্থের রেজিস্ট্যান্স কমিয়ে দেয়। গর্তের মধ্যে প্রথম স্তরে লবণ আর দ্বিতীয় স্তরে কাঠ কয়লা আবার তৃতীয় স্তরে লবণ এবং চতুর্থ স্তরে কাঠ কয়লা এভাবে স্তর থাকে। গ্রীষ্মকালে যখন মাটির আর্দ্রতা কমে গিয়ে আর্থের রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পায়, তখন যাতে গর্তের মধ্যে কয়েক বালতি পানি ঢেলে দিয়ে মাটিকে সঁাতসঁোতে রাখা যায়, সে জন্য ইলেকট্রোডের মাথায় সকেটের সাহায্যে একটি ১৯.০৫ মি. মি. ব্যাসের লোহার পাইপ বসিয়ে তার উপর একটি ফানেল বসান হয়। ফানেলের মুখ তারের জালি দিয়ে ঢেকে দিতে হয়, যাতে কোন শক্ত জিনিস ঢুকে পাইপের মুখটা বন্ধ করে ফেলতে না পারে। ইহার সঠিক চিত্র ১৯.৪ এ দেখানো হয়েছে।

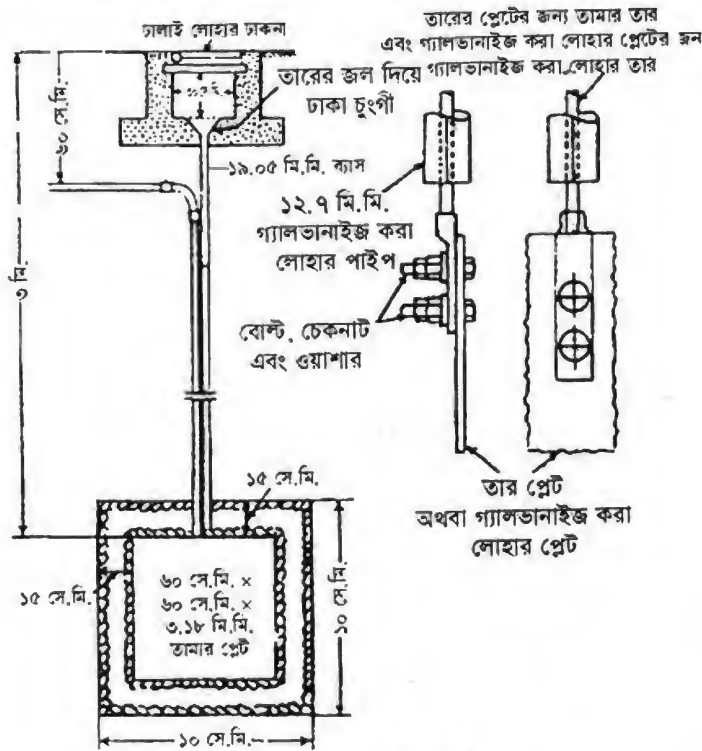


চিত্র ১৯.৪ : পাইপ আর্থিং।

বৈদ্যুতিক স্থাপনার কোথাও কোন দোষত্রুটি দেখা দিলে সর্বাপেক্ষা বেশি যত কারেন্ট আর্থের যাবে, তা হিসেব করে সে অনুসারে আর্থের তারের আয়তন নির্ণয় করা হয়। তবে সচরাচর ৮.৬ কিংবা ৪ নং এসডাব্লিউজি গেজের গ্যালভানাইজ করা লোহার তার আর্থ তার হিসেবে ব্যবহার করা হয়। আর্থ ইলেকট্রোডের উপরে ১৯.০৫ মি. মি. ব্যাসের যে লোহার পাইপ বসান থাকে, তার সঙ্গে একপ্রান্তে সংযোগ করে ভূমির প্রায় ৬০ সে. মি. নিচ দিয়ে ১২.৭ মি. মি. ব্যাসযুক্ত গ্যালভানাইজ করা লোহার পাইপের মধ্যদিয়ে আর্থের তারকে আর্থিং বাসবার বা মেইন সুইচ পর্যন্ত নেয়া হয়। অতঃপর আর্থ কন্টিনিউয়িটি তারের মাধ্যমে সকল যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামে সংযোগ দিতে হয়। উল্লিখিত কার্যক্রমে আর্থিং সঠিকভাবে সম্পন্ন হবে।

২। গ্যালভানাইজ করা লোহার প্লেট বা তামার প্লেটের সাহায্যে আর্থিং: গ্যালভানাইজ করা লোহার প্লেট, যার সাইজ কমপক্ষে ৬০ সে. মি. × ৬০ সে. মি. × ৬.৩৫ মি. মি. কিংবা তামার প্লেট, যার সাইজ কমপক্ষে ৬০ সে. মি. × ৬০ সে. মি. × ৩.১৮ মি. মি. কে আর্থ ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করতে হয়। উভয়ক্ষেত্রে প্লেটকে দাড় করিয়ে মাটিতে পুঁততে হবে, যাতে তার উপর দিকটা ভূ-পৃষ্ঠের অন্তত ৩ মিটার নিচে থাকে। এমন মাটিতে আর্থ প্লেট রাখতে হবে, যেখানে অনবরত ভিজে সঁাতসেঁতে থাকে। প্লেটের চারিদিকে কাঠ-

কয়লা কিংবা কার্বনের টুকরা ঠেসে দিয়ে লবণ মিশ্রিত পানি ঢেলে গর্তকে ভরাট করতে হবে। প্রেটের উপর থেকে সাধারণত দুইটি গ্যালভানাইজ করা লোহার পাইপ উঠে আসে। একটি পাইপের ব্যাস ১২.৭ মিলিমিটার। এ পাইপের মধ্যদিয়েই আর্থের তার ভূমির ধার ৬০ সে. মি. নিচ দিয়ে মেইন সুইচ বোর্ড কিংবা আর্থিং বাসবার পর্যন্ত আনা হয়। অন্য পাইপটির ব্যাস ১৯.০৫ মি. মি., যার উপর মাথায় একটি ফানেল থাকে। ফানেলের মুখ তারের জালি দিয়ে ঢেকে দেওয়া হয়, যাতে কোন শক্ত জিনিস ভিতরে ঢুকে মুখ বন্ধ করে ফেলতে না পারে। শুষ্ক মৌসুমে মাঝে মাঝে পানি ঢেলে আর্থ প্রেটের পার্শ্বে ভিজে রাখার জন্য এরূপ বন্দোবস্ত করা হয়। ফানেলসহ পাইপের উপর মাথায় চারদিকে ৩০ সে. মি. × ৩০ সে. মি. × ৩০ সে. মি. মাপের ইটের চৌবাচ্চা লাগা থাকবে। চৌবাচ্চাটির একটি ঢাকনা থাকবে, যেটা প্রয়োজনে খুলে পানি ঢালা যায়। প্রেট আর্থিং এর চিহ্ন ১৯.৫ এ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১৯.৫: প্রেট আর্থিং।

৩। রড আর্থিং: বর্তমানে পল্লিবিদ্যুৎ সমিতি গ্যালভানাইজ করা ২.৫ মিটার লম্বা ১৬ মি. মি. ব্যাসের লোহার বা জি আই পাইপকে আর্থিং ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করছে। পাথরের জায়গায় এ রকম রড শোয়ানো রাখলে ভালো ফল পাওয়া যায়। প্রয়োজনে রডের দৈর্ঘ্য বাড়ানো যেতে পারে।

৪। কন্ডাকটর বা স্ট্রিপ আর্থিং: এতে গ্যালভানাইজ করা লোহা বা ইস্পাতের পাত (যার সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ২৫ মি. মি. × ৪ মি. মি.) অথবা তামার পাত (যার সর্বনিম্ন প্রস্থচ্ছেদ ২৫ মি. মি. × ১.৬ মি. মি.) -কে ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এ ইলেকট্রোডের দৈর্ঘ্য ১৫ মিটারের কম নেওয়া উচিত নয়। কমপক্ষে ৫০ সে. মি. মাটির নিচে একটি বা একাধিক নালা খনন করে তার মধ্যে ইলেকট্রোড গুইয়ে রাখা হয়।

৫। **শিট ইলেকট্রোড:** এতে গ্যালভানাইজ করা লোহার পাত (যার সাইজ ২ বর্গমিটার থেকে ৬ বর্গমিটার এবং পুরুত্ব কমপক্ষে ১.৬৩ মি. মি.) কে ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। সাধারণত পাহাড়ের ঢালে পরিখা খনন করে শিট ইলেকট্রোড বসাতে হয়।

এছাড়া ভূ-গর্ভস্থ জি-আই পাইপের পানির লাইনের সাহায্যেও আর্থিং করা যায়। এক্ষেত্রে বিশেষ ধরনের আর্থিং ক্ল্যাম্পের সাহায্যে পাইপের কাছে আর্থিং তার এমনভাবে এটে দেওয়া হয়, যাতে সংযোগ স্থলের রেজিস্ট্যান্স খুবই সামান্য থাকে। পানির লাইন নিজস্ব সম্পত্তি না হয়ে মিউনিসিপ্যালিটি কিংবা অন্য কারো সম্পত্তি হলে যথাযথ কর্তৃপক্ষের অনুমতি ব্যতীত আর্থিং করা চলবে না।

১৯.৬ আর্থ রেজিস্ট্যান্স: আর্থ লিড ও আর্থ ইলেকট্রোড এর সমন্বিত রেজিস্ট্যান্সকেই আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলে। বাসা-বাড়ি, কল-কারখানাতে ব্যবহৃত সরঞ্জামাদী নিরাপদে ব্যবহার করার জন্য, আর্থিং টার্মিনাল থেকে ১টি তামার তার টেনে নিয়মানুযায়ী মাটির নিচে প্রবেশ করিয়া রাখার নাম আর্থিং। আর্থিং এর রেজিস্ট্যান্স খুব কম হওয়া বাঞ্ছনীয়। সামান্য কারেন্টও যদি কোন সরঞ্জামাদির বডিতে আসে তা যেন সাথে সাথে আর্থিং এর মাধ্যমে খুব সহজেই মাটির নিচে যেতে পারে সে জন্যই আর্থ রেজিস্ট্যান্স কম হওয়া দরকার। বাসা বাড়ির আর্থ রেজিস্ট্যান্স 1Ω এর কম হওয়া উচিত এবং বড় বড় মিল ফ্যাক্টরিতে 5Ω এর কম হওয়া উচিত।

১৯.৭ আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করার পদ্ধতি: আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলতে সম্পূর্ণ আর্থিং পদ্ধতির রেজিস্ট্যান্সকেই বোঝায়। বাড়ি, ওয়ার্কশপ, কলকারখানার মেইন আর্থ টার্মিনাল থেকে আর্থ ইলেকট্রোডের মাধ্যমে যে রেজিস্ট্যান্স পাওয়া যায়, তাকে আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলে। মোট কথা আর্থ লিড এবং আর্থের নিরবিচ্ছিন্ন তারের রেজিস্ট্যান্সকেই আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলে।

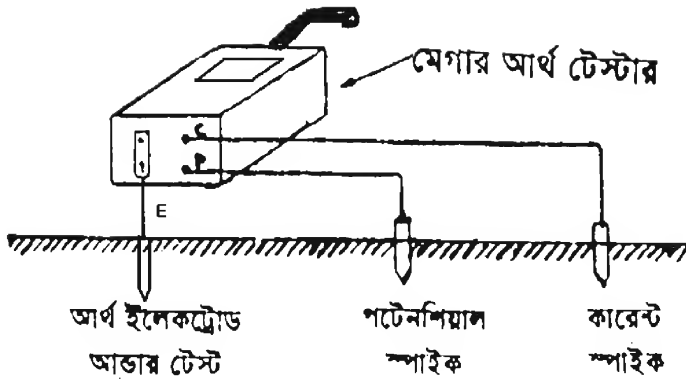
আর্থিং সঠিকভাবে করা হয়েছে কিনা তা নিম্নলিখিত যে কোন পরীক্ষার মাধ্যমে জানা যায়।

১। মেগার বা আর্থ টেস্টার পদ্ধতি ও

২। টেস্ট ল্যাম্প পদ্ধতি।

এখানে মেগার বা আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো:

মেগার আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ ইলেকট্রোডের রেজিস্ট্যান্স মাপা হয়। এতে তিনটি টার্মিনাল থাকে। (ক) আর্থ টার্মিনাল, (খ) পটেনশিয়াল টার্মিনাল এবং (গ) কারেন্ট টার্মিনাল। যে আর্থ ইলেকট্রোড এর রেজিস্ট্যান্স মাপতে হবে তার সঙ্গে E টার্মিনাল কানেকশন করতে হবে। এবার দুইটি স্পাইক নিয়ে একই লাইনে ঐ আর্থ ইলেকট্রোড হতে ২০ থেকে ২৫ মিটার পর পর দূরে মাটিতে পুঁততে হবে। প্রথমটির অর্থাৎ আর্থ ইলেকট্রোড এর নিকটবর্তী স্পাইককে P টার্মিনালের সাথে এবং পরবর্তী দ্বিতীয়টির সাথে C টার্মিনাল সংযোগ করতে হবে। এবার মেগারের হাতলের সাহায্যে জেনারেটরকে ঘুরালে E হতে মাটির মধ্য দিয়ে C তে পরবর্তী কারেন্ট প্রবাহিত হবে। এই কারেন্টকে I ধরলে এবং E হতে P পর্যন্ত ভোল্টেজকে V ধরলে E হতে P পর্যন্ত আর্থের রেজিস্ট্যান্স হবে, $R = \frac{V}{I}$ । এই R এর মান অবশ্য আর্থ টেস্টারে সরাসরি রিডিং পাওয়া যাবে। উপরে বর্ণিত ঘটনা ১৯.৬ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।



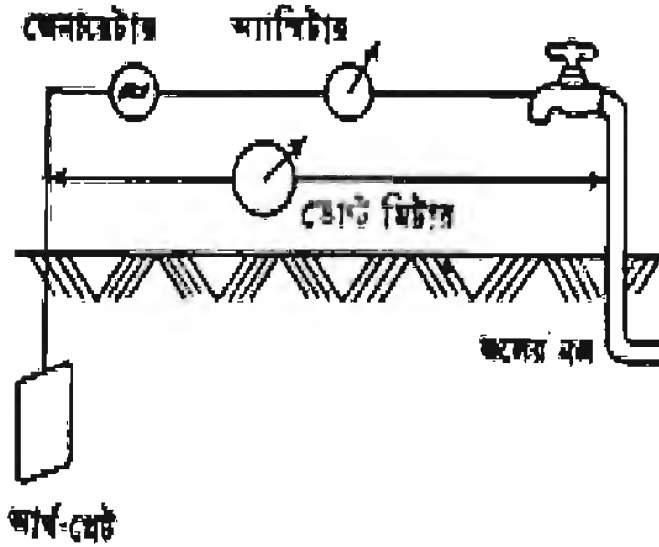
চিত্র ১৯.৬ : আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ।

এভাবে মাঝের স্পাইককে একই লাইনে ১.৫ মিটার হতে ৩ মিটার যথাক্রমে আর্থ ইলেকট্রোডের নিকট ও দূরে সরিয়ে পুতে আরও রিডিং নিতে হবে। তারপর মোট তিনটি রিডিং এর গড় মানকে আর্থের রেজিস্ট্যান্স ধরা হবে। কিন্তু জনবহুল শহরে যেখানে P এবং C স্পাইক পৌঁতার জায়গা নেই। সেখানে আর্থ টেস্টারের P ও C টার্মিনাল দুইটিকে শর্ট করে তার সংগে একটি লিডিং তার সংযোগ করে পানির পাইপের সংঙ্গে সংযোগ করতে হবে। এবার হাতল ঘুরিয়ে টেস্টারের রিডিং নিতে হবে। প্রথম রিডিং হতে দ্বিতীয় রিডিং বাদ দিলে আর্থ রেজিস্ট্যান্স এর মান পাওয়া যায়। টেস্ট করার সময় সতর্ক হতে হয় যেন আর্থ ইলেকট্রোড ও স্পাইক কাছাকাছি না থাকে।

সতর্কতা: আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপে সে সাবধানতাগুলো মানতে হয় সেগুলো হলো-

- ১। আর্থ টেস্টারের পাঠ সাবধানতার সাথে গ্রহণ করতে হবে।
- ২। সাহায্যকারী স্পাইক মাটির মধ্যে ১ মিটার পর্যন্ত পুঁততে হবে।
- ৩। টার্মিনাল সংযোগ শক্তভাবে দিতে হবে যাতে ঢিলে না থাকে।
- ৪। রেজিস্ট্যান্স আছে কিনা তা জানার জন্য আর্থিং রেজিস্ট্যান্স ১ বৎসর অন্তর অন্তর পরীক্ষা করা উচিত।

আর্থ টেস্টার ছাড়াও আর্থ টেস্টিং বাতি দিয়ে খুব সহজেই আর্থ রেজিস্ট্যান্স এর অবস্থা জানা যায়: আর্থ টেস্টার ছাড়াই আর্থ টেস্টিং বাতি দিয়ে খুব সহজেই আর্থিং এর কার্যকারিতা জানা যায়। সেক্ষেত্রে টেস্ট বাতির এক প্রান্ত সাপ্লাইয়ের সাথে এবং অন্য প্রান্ত ঐ আর্থিং এর সাথে সংযোগ করলে বাতি যদি ভালোভাবে জ্বলে তবে আর্থিং ভালো, না হলে আর্থিং ভালো হয় নাই। যদি বাড়ির আর্থ কানেকশন থেকে কিছু দূরে (অর্থাৎ যত দূরে পরস্পরের রেজিস্ট্যান্স ক্ষেত্র জড়াজড়ি হয় না) ঠাণ্ডা জলের পাইপ প্রভৃতি এমন আর্থ করা জিনিস পাওয়া যায় যার রেজিস্ট্যান্স এত কম যে বিবেচনার মধ্যে আসে না। তবে একটি ভোল্টমিটার আর একটি অ্যামিটার দিয়ে আর্থ কানেকশনের রেজিস্ট্যান্স বের করা যেতে পারে। ১৯.৭ নং চিত্রে ইহা দেখানো হয়েছে, জলের পাইপ আর আর্থ কানেকশনের সঙ্গে একটি অ্যামিটার লাগিয়ে তা দিয়ে অল্টারনেটিং কারেন্ট দিতে হবে, আর ঐ দুইয়ের মধ্যের ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।



চিত্র ১৯.৭ : একটি ভোল্টমিটার আর একটি অ্যাডজাস্টেবল রেজিস্ট্যান্স দিয়ে আর্থ কানেকশন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ।

এখন যদি জলের পাইপের রেজিস্ট্যান্স মাপ। এখন যদি জলের পাইপের রেজিস্ট্যান্স ধর্তব্যের মধ্যে না হয়,

$$\text{তবে মাটির রেজিস্ট্যান্স} = \frac{\text{ভোল্টেজ}}{\text{কারেন্ট}} \quad |$$

একেবারে রেজিস্ট্যান্স বিহীন পাইপ কানেকশন পাওয়া বড়ই কঠিন। তাছাড়া এভাবে আর্থ রেজিস্ট্যান্স মাপার সময় ডাইরেক্ট কারেন্ট (ডি.সি) ব্যবহার করা উচিত নয়।

১৯.৮ প্রচলিত রেগুলেশন অনুযায়ী নিম্নতম আর্থ রেজিস্ট্যান্স ও সর্বোচ্চ আর্থ রেজিস্ট্যান্স

ইলেকট্রিফিকেশনের প্রচলিত নিয়ম অনুযায়ী আর্থ রেজিস্ট্যান্স হলো আর্থ লিড ও ইলেকট্রোডের রেজিস্ট্যান্স। বাসা বাড়ির ক্ষেত্রে আর্থ রেজিস্ট্যান্স সর্বনিম্ন 1Ω এবং সর্বোচ্চ 5Ω পর্যন্ত গ্রহণযোগ্য। আর বড় বড় মিল ফ্যাক্টরিতে আর্থ রেজিস্ট্যান্স 1Ω এর কম হওয়া উচিত। পাহাড়ি এলাকায় আর্থ রেজিস্ট্যান্সের মান 8Ω পর্যন্ত গ্রহণযোগ্য।

১৯.৯ নিউট্রাল ও আর্থ তারের তুলনা: উভয় তারই বৈদ্যুতিকভাবে আর্থের সাথে সংযুক্ত থাকে। নিউট্রাল তার জেনারেটরের নিউট্রাল প্রান্তের সাথে সংযুক্ত থাকে। আর আর্থ তার জেনারেটরের আর্থ টার্মিনালের সাথে সংযোগ থাকে। বাড়িঘরের ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত নিউট্রাল তার ইনসুলেটেড থাকে কিন্তু আর্থ তার ইনসুলেটেড কিংবা খোল উভয় প্রকারই হতে পারে। নিউট্রাল তার যথাযথভাবে আর্থিং করা থাকে। বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারের ক্ষেত্রে যথাযথ আর্থিং অধিক নিরাপত্তা দেয়। নিউট্রাল বা আর্থিং যথাযথ না হলে লোড ভালো চলে না। আর্থিং ভালো না হলে ব্যবহারকারীর জন্য মেশিনপত্র বা ধাতব যন্ত্র ব্যবহার নিরাপদ হবে না। নিউট্রাল তার কখনো কোন বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ধাতব বডিতে সংযুক্ত থাকে না, কিন্তু আর্থ তার অবশ্যই ওয়্যারিং এর ধাতব কন্ডুইট সহ সকল বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ধাতব বডির সাথে সংযুক্ত থাকতে হবে। সংযোগ বিচ্ছিন্ন বা আর্থ তার ছেঁড়া থাকা অবস্থায় ইহা খুবই বিপদজনক।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। আর্থ ইলেকট্রোড এর সঙ্গে মেইন সুইচের বডির সঙ্গে যে তারের সংযোগ থাকে তাকে কী বলে?
- ২। বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদির ধাতব আবরণ আর্থ করা হয় কী জন্য?
- ৩। যে আর্থিং এ সব চাইতে কম খরচ হয়, এটা কী আর্থিং?
- ৪। পাইপ আর্থিং এ পাইপের উপরিভাগ মাটির কতটুকু নিচে থাকা উচিত?
- ৫। রড আর্থিং এ রড-ইলেকট্রোডকে মাটির কতটুকু নিচে থাকা উচিত?
- ৬। রড আর্থিং এ রড-ইলেকট্রোডকে মাটির কতটুকু নিচে খাড়াভাবে পুঁততে হয়?
- ৭। অতি ঘন-বসতি পূর্ণ এলাকায় যেখানে মাটি পাওয়া সম্ভব হয় না, সেখানে যে আর্থিং করা হয় তার নাম কী?
- ৮। প্লেট-ইলেকট্রোড লোহার হলে, এর আকার কত হওয়া উচিত?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। আর্থিং কাকে বলে?
- ২। আর্থিং-এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৩। আর্থিং-এ প্রয়োজনীয় উপাদানের নাম কী কী?
- ৪। আর্থিং লিড কাকে বলে?
- ৫। আর্থিং তৈরিতে মূল বিষয়গুলো কী কী?
- ৬। আর্থিং ইনস্টলেশন টেস্ট পদ্ধতি কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। আর্থিং এ প্রয়োজনীয় উপাদানগুলোর বর্ণনা কর।
- ২। যে কোন আর্থিং পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- ৩। আর্থ রেজিস্ট্যান্স কাকে বলে? আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের যে কোন একটি পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

বিংশ অধ্যায় মেগার Megger

বৈদ্যুতিক স্থাপনা, যন্ত্রপাতির ত্রুটি পরীক্ষার জন্য গুরুত্বপূর্ণ যন্ত্র মেগার। মেগাওহম স্কেলে উচ্চমানের রেজিস্ট্যান্স মাপতে মেগার ব্যবহৃত হয়। পরীক্ষার জন্য যে ভোল্টেজ দরকার হয় তা হস্তচালিত ডিসি জেনারেটর দিয়ে উৎপাদন হয়ে থাকে। বর্তমান সময়ে ব্যাটারি চালিত মেগার পাওয়া যায়, যা মাস্টি কাজে ব্যবহার করা যায়। এ অধ্যায় পাঠে মেগারের কার্যপদ্ধতি সম্পর্কে জানা যাবে।

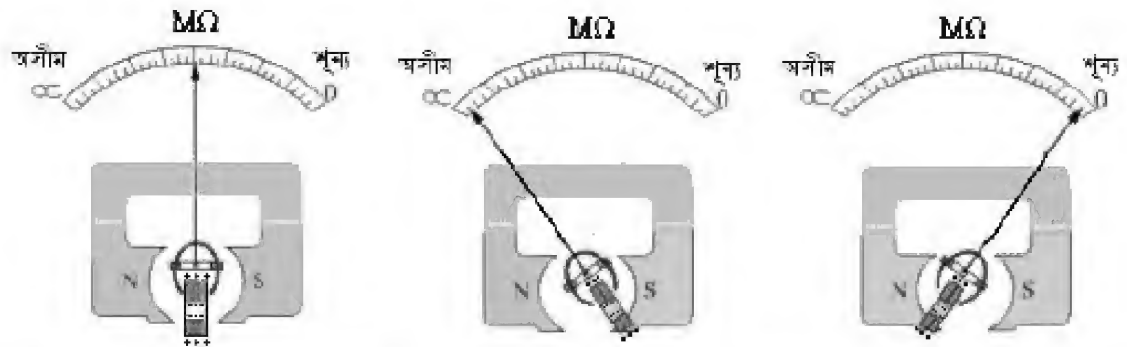


চিত্র ২০.১: মেগার।

২০.১ মেগার: যে যন্ত্রের সাহায্যে খুব উচ্চমানের রেজিস্ট্যান্স মেগারহুম স্কেল মাপা যায় তাকে মেগার বলে। ইহাকে ইনসুলেশন টেস্টিং মেগারও বলে। কারণ এর সাহায্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স মাপা হয়। ইহার দ্বারা সর্বনিম্ন $500\text{ K}\Omega$ বা $0.5\text{ M}\Omega$ সঠিক ভাবে মাপা যায়। হস্ত চালিত ডি সি জেনারেটর ও স্থায়ী ম্যাগনেট, যুগ্মিত কয়েল PMMC থাকে। কারণ স্থায়ী ম্যাগনেট যুগ্মিত কয়েল (PMMC) ইন্ট্রুমেন্ট ইহার প্রধান অংশ।

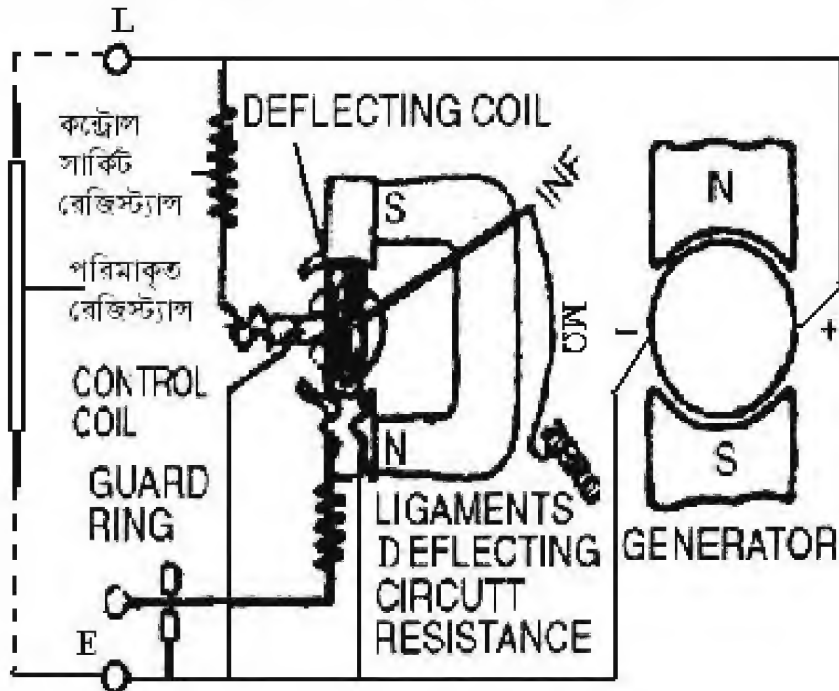
ইহাতে তিনটি টার্মিনাল থাকে। (ক) লাইন টার্মিনাল (খ) আর্থ টার্মিনাল ও (গ) গার্ড টার্মিনাল। মেগার দিয়ে উচ্চ রেজিস্ট্যান্স/ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স মাপা যায়, সুইচের পোলারিটি টেস্ট করা যায়, ওয়্যারিং এর কন্টিনিউটি টেস্ট করা যায়।

২০.২ মেগারের কাজ: মেগার একটি পারমানেন্ট ম্যাগনেট যুগ্মিত কয়েল টাইপ ইনস্ট্রুমেন্ট, যার পারমানেন্ট ম্যাগনেটের পোল পিসগুলো বাহিরের দিকে একটু বর্ধিত করা থাকে এবং এর মাঝের মূল আয়রন কোরটি বিশেষ আকৃতির। এর কারেন্ট কয়েল ডিফ্রেকটিং কয়েল হিসেবে, খানিকটা বাইরের দিকে এক জোড়া ভোল্টেজ কয়েল যথাক্রমে কয়েল ও কমপেনসেটিং কয়েল হিসেবে কাজ করে। ডিফ্রেকটিং কয়েল এবং ভোল্টেজ কয়েল হিসেবে ব্যবহৃত কন্ট্রোলিং পরস্পরের সাথে সমকোণে অবস্থিত। এরা উভয়ে পারমানেন্ট ম্যাগনেটের ফিল্ডের মধ্যে মুক্তভাবে ঘুরতে পারে। উভয় কয়েলই মেগারের মধ্যস্থিত হস্ত চালিত ডিসি জেনারেটরের সাথে প্যারাললে সংযুক্ত থাকে। এর জেনারেটিং ভোল্টেজ 500 ভোল্ট কিংবা 1000 ভোল্ট হয়ে থাকে। মেগার এই জেনারেটর হতেই সরবরাহ পায়। ভোল্টেজ কয়েল এর কন্ট্রোল কয়েল অংশ ভিতরে এবং কমপেনসেটিং কয়েল অংশ বাহিরে থাকে। এরা পরস্পরের সাথে সিরিজে সংযুক্ত। মেগারের লাইন টার্মিনাল ও আর্থ টার্মিনাল এর মধ্যে পরিমাপকৃত রেজিস্ট্যান্সকে সংযোগ করে মেগারের হাতল ঘুরালে উহার জেনারেটরের ভোল্টেজ এর প্রভাবে ডিফ্রেকটিং কয়েল ও কন্ট্রোলিং কয়েল সার্কিট কারেন্ট প্রভাবিত হয়; ফলে মিটার পাঠ



চিত্র ২০.৩ (ক) সর্বাধিক অবস্থার, (খ) কিছুকাল কয়েল কারেন্ট প্রবাহিত অবস্থার, (গ) কম রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ অবস্থা।

২০.৩ মেগারের সাহায্যে রেজিস্ট্যান্স মাপার পদ্ধতি: মেগারের সাহায্যে কোন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করার জন্য রেজিস্ট্যান্সটিকে মেগারের L ও H টার্মিনালের সাথে কানেকশন নিতে হবে, যা চিত্র ২০.৪ এ দেখানো হয়েছে।। অতঃপর মেগারের হাতলটি এমনভাবে ঘুরাতে হবে যেন এটি মুক্তভাবে ঘুরতে থাকে। ঘুরানো অবস্থার মেগারের ফেল বরাবর পয়েন্টারের অবস্থান দেখে পাঠ নিতে হয়। এভাবে মেগারের সাহায্যে কোন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করা হয়। এখানে উল্লেখ্য যে, মেগারের মধ্যস্থিত জিলি জেনারেটরটি বাহ্যিকের সিকের হাতলের সাথে সেন্সিটিভিট্যাল কাপলিং এর মাধ্যমে আটকানো থাকে, মেগারকে খুব দ্রুত ঘুরালেও এটি একটি নির্দিষ্ট আরপিএম এর বেশি গতিতে ঘুরবে না। কোন রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করতে এর হাতল এমনভাবে ঘুরাতে হবে যখন এর হাতলটি মুক্ত ভাবে ঘুরে একই ভবনই মুক্ত হবে একে নির্দিষ্ট রেসেটজ ইন্সপন্ন হয়েছে। মেগারের সাহায্যে ০.৫ মেগাওহম (MΩ) এর কম রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ করলে সঠিক পাঠ পাওয়া যায় না।



চিত্র ২০.৪: মেগার দিয়ে রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। মেগারের কাজ কী?
- ২। মেগারে কী ধরনের ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়?
- ৩। ডিফ্লেকটিং কয়েলে কারেন্ট প্রবাহিত না হলে মিটার কী পাঠ দেয়?
- ৪। মেগার দিয়ে সর্বনিম্ন কত রেজিস্ট্যান্স সঠিকভাবে মাপা যায়?
- ৫। একটি মেগারের পয়েন্টারটি স্বাভাবিক অবস্থায় কোথায় অবস্থান করবে?
- ৬। মেগারের টেস্ট টার্মিনাল দুইটি আলাদা আলাদা রেখে চালালে পয়েন্টারটি কত মান দেখাবে?
- ৭। মেগারের টেস্ট টার্মিনাল দুইটি শর্ট করে দিয়ে চালালে পয়েন্টারটি কত মান দেখাবে ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। মেগারে কয়টি কয়েল থাকে ও কী কী?
- ২। মেগার কোথা থেকে বিদ্যুৎ সরবরাহ পায়?
- ৩। মেগার সঠিক আছে কিনা তা কীভাবে জানা যাবে বুঝিয়ে লেখ।
- ৪। মেগারের সাহায্যে কীভাবে উচ্চ রেজিস্ট্যান্স মাপা যায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। মেগারের সাহায্যে রেজিস্ট্যান্স মাপার পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।

একবিংশ অধ্যায় ওয়্যারিং টেস্টিং Testing of Wiring

বাসা-বাড়ি, কল-কারখানা, শিল্প প্রতিষ্ঠান, দোকান ইত্যাদি যে কোন স্থাপনা বৈদ্যুতিকরণের পর বিদ্যুৎ সরবরাহ বা সংযোগের পূর্বে ওয়্যারিং এর যে বিভিন্ন পরীক্ষা করা হয়, তাকে ওয়্যারিং টেস্টিং বলে। ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশন কাজের সঠিকতা যাচাই ও নিরাপত্তার জন্য ইহা অত্যন্ত প্রয়োজন।

ওয়্যারিং কাজ করার সময় এবং কাজ শেষে পরীক্ষাগুলো করতে হয়। আলোচ্য অধ্যায়ে ওয়্যারিং এর ইনসুলেশন টেস্ট, পোলারিটি টেস্ট, কন্টিনিউয়িটি টেস্ট, আর্থ টেস্ট সম্পর্কে ধারণা দেওয়া হয়েছে।

২১.১ ওয়্যারিং টেস্টিং এর সংজ্ঞা: বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর কাজ চলার সময় বা শেষ হলে, ওয়্যারিং ট্রাটি বিহীন এবং নিরাপদ হয়েছে এ বিষয়ে নিশ্চিত হওয়ার জন্য যে পরীক্ষা বা পরীক্ষাসমূহ করা হয়, তাকেই ওয়্যারিং টেস্টিং বলে। কোন ওয়্যারিং কাজ সঠিকভাবে নিয়ম মোতাবেক নির্দিষ্ট স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ট্রাটি বিহীনভাবে সম্পন্ন হয়েছে এই মর্মে নিশ্চিত হতে হলে তা অবশ্যই পরীক্ষা করে দেখতে হবে। সাধারণত কোন ওয়্যারিং কাজ সম্পন্ন করার পর একে দুইটি ধাপে পরীক্ষা করার প্রক্রিয়া সম্পাদন করা হয়।

সকল কিছু সরেজমিনে দেখে বা পরিদর্শন করে প্রথম ধাপ সম্পন্ন করা হয়, যা সাধারণ পর্যবেক্ষণ এর মাধ্যমে করা হয়। টেস্ট বাতি, মেগার, নিয়ন টেস্টার দিয়ে ওয়্যারিং টেস্ট করা হয়। টেস্ট বাতি দিয়ে করতে বিদ্যুৎ সরবরাহের প্রয়োজন হয়।

২১.২ ওয়্যারিং টেস্টিং করার প্রয়োজনীয়তা: ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশন, ইনস্টলেশনের অংশে কাজ করার সময় বা কাজ শেষ হলে স্থায়ীভাবে বিদ্যুৎ সরবরাহের পূর্বে পরিবাহীর কন্টিনিউয়িটি, ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স, সুইচের পোলারিটি, আর্থিং সঠিক হয়েছে কিনা, ওয়্যারিং এ শর্ট আছে কিনা ইত্যাদি যথাযথভাবে পরীক্ষা করার জন্য এবং নিরাপদে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়া যাবে কিনা নিশ্চিত হতে ওয়্যারিং টেস্টিং করা হয়।

ওয়্যারিং টেস্ট না করে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিলে কোন কোন ক্ষেত্রে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতে পারে এবং সরঞ্জামাদি ও যন্ত্রপাতি পুড়ে যেতে পারে। ওয়্যারিং এর কোথাও শর্ট থাকলে এরূপ ঘটতে পারে।

ওয়্যারিং কাজ চলার সময় যে টেস্টগুলো করা হয় সেগুলো-

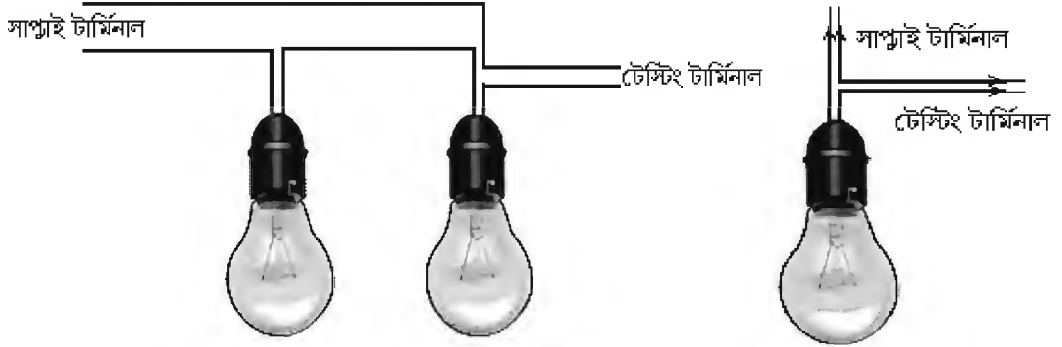
- ১। পরিবাহীর কন্টিনিউয়িটি টেস্ট,
- ২। সুইচের পোলারিটি টেস্ট ও
- ৩। পরিবাহীর ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট।

আর ওয়্যারিং কাজ শেষ হলে যে টেস্টগুলো করা হয় সেগুলো-

- ১। আর্থ পরীক্ষা,
- ২। আর্থের সাথে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট ও
- ৩। সুইচের পোলারিটি টেস্ট।

সুতরাং নিশ্চিত করে বলা যায়, বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং শেষে ইহা টেস্ট করার গুরুত্ব ও প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

২১.৩ বৈদ্যুতিক টেস্টিং এ টেস্ট ল্যাম্পের গুরুত্ব: একজন ইলেকট্রিশিয়ানের জন্য টেস্ট বাতি একটি অতি প্রয়োজনীয় ও সহজলভ্য সরঞ্জাম। কোন হোল্ডারে দুইগাছা ইনসুলেট করা তার চিত্রানুযায়ী সংযোগ করে নিলেই টেস্ট বাতি প্রস্তুত হয়ে গেল, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে। টেস্ট বাতি দুই ধরনের হয়ে থাকে।
(ক) সিঙ্গেল ফেজ টেস্ট বাতি ও (খ) থ্রি-ফেজ টেস্ট বাতি।



চিত্র ২১.১: (ক) থ্রি ফেজ ফেজ টেস্ট বাতি

(খ) সিঙ্গেল ফেজ টেস্ট বাতি।

আলোচ্য অধ্যায়ে শুধু সিঙ্গেল ফেজ টেস্ট বাতির ব্যবহার সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। কারণ থ্রি ফেজ ও সিঙ্গেল ফেজ এর মধ্যে মৌলিক পার্থক্য হলো থ্রি ফেজের লাইন ভোল্টেজ (ফেজ টু ফেজ) ৪০০ ভোল্ট। আর প্রতিটি বাতির ভোল্টেজ ২৫০ ভোল্ট। সেজন্য দুইটি বাতি সিরিজে সংযুক্ত করে থ্রি ফেজের টেস্ট বাতি তৈরি করা হয়, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে। টেস্ট বাতি যে সমস্ত কাজে ব্যবহার করা হয় সেগুলো হলো-

- ১। কোন লোডে বিদ্যুৎ সরবরাহ আছে কিনা তা জানা যায়।
 - ২। সাপ্লাই ভোল্টেজ পরিমিত আছে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখা যায়।
 - ৩। কোন যন্ত্রপাতিতে বডি বা আর্থ ফল্ট হলে তা পরীক্ষা করে জানা যায়।
 - ৪। আলাদা আর্থিং এর ব্যবস্থা থাকলে টেস্ট বাতি দিয়ে সাপ্লাইয়ের ফেজ ও নিউট্রাল লাইন শনাক্ত করা যায়।
 - ৫। সাপ্লাইয়ের তারের নিরবচ্ছিন্নতা, কয়েলের কার্যকরী অবস্থা, সুইচের পোলারিটি টেস্ট করা যায়।
 - ৬। যে কোন মেশিনের কয়েলের শর্ট সার্কিট, আর্থ ফল্ট এবং ওপেন সার্কিট ত্রুটি পরীক্ষা করা যায়।
- উল্লেখিত বর্ণনা থেকে আমরা সহজেই বলতে পারি টেস্ট বাতির গুরুত্ব খুব বেশি।

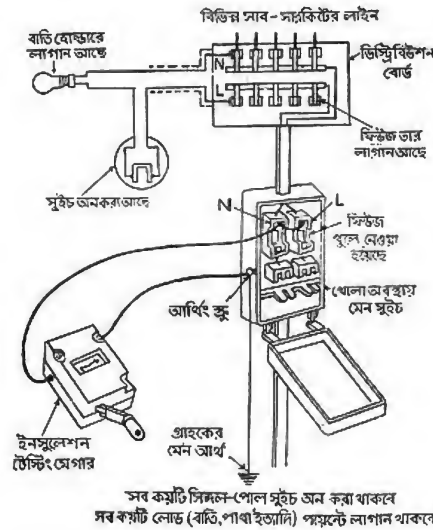
যখন কোন সার্কিটে কারেন্ট চলার পথ ঠিক আছে কিনা দেখতে হয়, তখন টেস্ট-বাতির সাহায্যে দেখা যায়। সেজন্য দুই টার্মিনালের মধ্যে ভোল্টেজ আছে কিনা তা দেখতে হলে ঐ দুই টার্মিনালের সঙ্গে টেস্ট-বাতি ধরলেই বোঝা যায়। যদি বাতি জ্বলে তবে ভোল্টেজ আছে, এবং বাতির উজ্জ্বলতার উপর নির্ভর করে সাপ্লাই ভোল্টেজ কিরূপ মানের আছে। এসব ক্ষেত্রে ভোল্টেজের উপর নির্ভর করে সিঙ্গেল ফেজ বা থ্রি ফেজ টেস্ট বাতি ব্যবহার করতে হবে। দুইটি টার্মিনালের মধ্যে কোনটি ফেজ তার আর কোনটি নিউট্রাল তার তা টেস্ট বাতির সাহায্যে জানা যায়; সে ক্ষেত্রে আর্থ টার্মিনাল থাকতে হবে। আর্থ করা নিউট্রাল হলে যদি লাইভ টার্মিনাল কিংবা ফেজ তারের সঙ্গে টেস্ট বাতির একটি তার লাগিয়ে অন্য তারটি আর্থের সঙ্গে কানেকশন করা যায়, তবে বাতি জ্বলবে। তাই এভাবে কানেকশন করলে যখন টেস্ট বাতি জ্বলে, তখন বুঝতে হবে লাইনের লাইভ টার্মিনাল বা ফেজ তার। আর যদি না জ্বলে, তবে সেটি নিউট্রাল তার। বৈদ্যুতিক মেশিনের কয়েল কয়েল টেস্টের জন্য কয়েলের সাথে সিরিজে বাতি সংযোগ করলে যদি দেখা যায় কোন কয়েলে বাতি কম আলোতে জ্বলছে, তবে সে কয়েল ঠিক আছে। কিন্তু যে কয়েলের ক্ষেত্রে টেস্ট বাতি বেশি উজ্জ্বল হয়ে জ্বলবে, বুঝতে হবে সেই কয়েলেই 'শর্ট' আছে।

৫। মেগার এর হাতল ঘুরালে ডায়ালের উপর কাঁটাটি যে মান নির্দেশ করবে সে মানই হবে দুইটি পরিবাহীর মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স। এই ক্ষেত্রে মেগারের পাঠ যদি ইনফিনিটি (∞) বা ন্যূনতম $1M\Omega$ দেখায়

তাহলে বুঝতে হবে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স সঠিক আছে। আর যদি $1M\Omega$ এর কম দেখায় তাহলে বুঝতে হবে ওয়্যারিংয়ে লিকেজ আছে। আবার যদি মেগারের পাঠ শূন্য দেখায় তাহলে ওয়্যারিং এ শর্ট সার্কিট রয়েছে। এভাবে কেজ তার ও নিউট্রাল কিংবা দুই টি পরিবাহী তারের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট করা হয়।

কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট করতে যেভাবে কাজ করতে হবে তা হলো-

- ১। মেইন সুইচ অফ করে তার ফিউজ খুলে নিতে হবে।
- ২। বাকী সমস্ত সুইচ অন থাকবে।
- ৩। কনজিউমিং ডিভাইসসমূহ লাগান থাকবে।
- ৪। মেইন সুইচের লোড প্রান্তের টার্মিন্যাল দুইটি শর্ট করতে হবে।
- ৫। শর্ট প্রান্তে মেগার L পয়েন্ট এবং E আর্থ এর সাথে সংযোগ করতে হবে।
- ৬। মেগার এর হাতল ঘুরালে পয়েন্টার যা নির্দেশ করবে তাই আর্থ টু কন্ডাক্টর এর ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স। যদি শূন্য (০) নির্দেশ করে তবে বুঝতে হবে কন্ডাক্টর ও আর্থ এর মধ্যে শর্ট সার্কিট হয়েছে।



চিত্র ২১.৩: কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট।

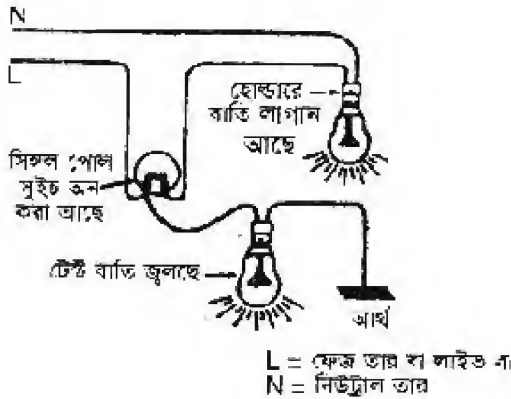
২১.৫ সুইচের পোলারিটি পরীক্ষা (Polarity test of switch): বৈদ্যুতিক বিধি মোতাবেক ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত সুইচ ও ফিউজসমূহ শুধু সরবরাহ লাইনের কেজ তারের সাথে সংযোগ দিতে হবে। কোন অবস্থাতেই সুইচ ও ফিউজসমূহ নিউট্রাল তারের সাথে সংযুক্ত করা যাবে না। ব্যবহারকারীর নিরাপত্তার কথা বিবেচনা করে সুইচ ও ফিউজসমূহ শুধু সরবরাহ লাইনের ফেজ তারের সাথে সংযুক্ত থাকবে এবং তা নিশ্চিত করতে হবে। ওয়্যারিং সম্পূর্ণ করার পর এতে ব্যবহৃত সকল সুইচ এবং ফিউজ সাপ্লাই এর কেজে সংযোগ হলো কিনা, যে টেস্ট এর মাধ্যমে তা নিশ্চিত করা যায় তাকে ওয়্যারিং এর পোলারিটি টেস্ট বলে। সাধারণত দুইভাবে সুইচের পোলারিটি টেস্ট করা যায়।

বিদ্যুৎ সরবরাহ আছে এমন ওয়্যারিং এর সুইচসমূহের পোলারিটি পরীক্ষা নিম্ন টেস্টারের মাধ্যমে বা টেস্ট ল্যাম্পের সাহায্যে করা যায় এবং বিদ্যুৎ সরবরাহ বিহীন বা সরবরাহ লাইনে সংযোগ দেওয়া হয় নাই এমন ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত সুইচসমূহের পোলারিটি মেগারের সাহায্যে টেস্ট করা যায়।

ক. নিম্ন টেস্টারের মাধ্যমে পরীক্ষা: এ পদ্ধতির মাধ্যমে সবচেয়ে সহজে এবং দ্রুত সুইচের পোলারিটি টেস্ট করা যায়। এই পদ্ধতিতে সুইচের আওতার ত্রুটিমুক্ত লোড সংযুক্ত থাকলে সুইচটিকে অফ করে সুইচের যে থ্রাস্টে বা পয়েন্টে সরবরাহ লাইনের সংযোগ আছে সেখানে নিম্ন টেস্টারের অগ্রভাগ স্পর্শ করিয়ে টেস্টারের অপর থ্রাস্টের নির্দিষ্ট স্থানে বৃদ্ধাজুলি স্পর্শ (আর্থ) করলে যদি টেস্টারের নিম্ন ল্যাম্পটি জ্বলে তবে বুঝতে হবে সুইচের পোলারিটি সঠিক আছে। তবে এই ক্ষেত্রে ত্রুটি থাকার সম্ভাবনা থাকে, তাই পরীক্ষা শেষে লোডসমূহ খুলে রেখে পুনরায় পরীক্ষা করলে যদি দেখা যায় এবারও টেস্টার জ্বলছে তবেই নিশ্চিত হওয়া যাবে যে সুইচের পোলারিটি ঠিক আছে।

কখনও ফিউজ বা সুইচ নিউট্রালে সংযোগ করা চলবে না। ফিউজ বা সুইচ নিউট্রালে সংযোগ করলে প্রকৃত উদ্দেশ্য পূরণ হবে কিন্তু লাইনের স্বক্ষণাবেক্ষণে দুর্ঘটনা ঘটানোর সম্ভাবনা বেশি।

বিদ্যুৎ সরবরাহ দিয়ে সহজেই এ টেস্ট করা যায়। টেস্ট ল্যাম্পের একথ্রাস্টে আর্থের সাথে এবং অন্য থ্রাস্টে সুইচ অন করে সুইচের অন্য কোন থ্রাস্টে স্পর্শ করতে হবে। যদি টেস্ট ল্যাম্প জ্বলে উঠে, তবে বুঝতে হবে পোলারিটি ঠিক আছে। অর্থাৎ সুইচ লাইভ লাইন বা ফেজ তারে সংযোগ আছে। আর বাতি না জ্বলে বুঝতে হবে পোলারিটি ঠিক নাই অর্থাৎ সুইচ নিউট্রাল লাগানো আছে। বিদ্যুৎ সরবরাহ না থাকলে Continuity tester বা Avometer অথবা ইনসুলেশন টেস্টিং মেগার ব্যবহার করা হয়। সরবরাহ থাকলে নিম্ন টেস্টারের মাধ্যমেও ফেজ তার শনাক্ত করা যায়।



(ক) বাতির সুইচ ফেজ তারে লাগানো আছে



চিত্র ২১.৪ : টেস্ট ল্যাম্প দিয়ে সুইচের পোলারিটি টেস্ট।

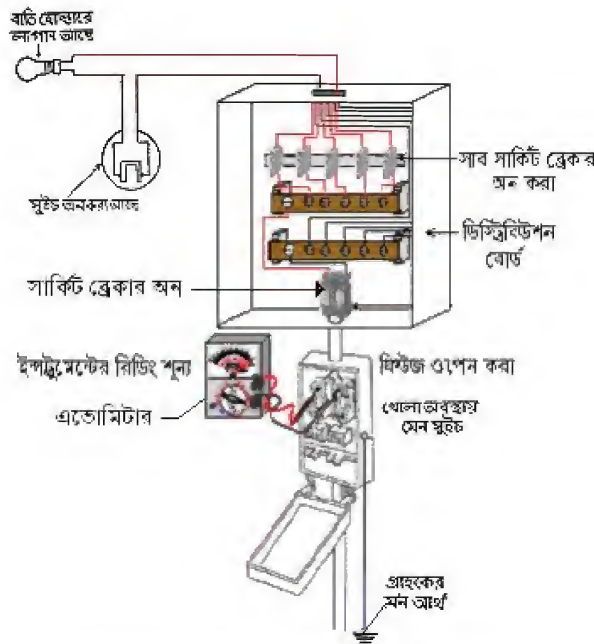
২১.৬ ওয়্যারিং এর কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষা পদ্ধতি (Continuity test of a wiring): কোন ওয়্যারিং কাজ শেষ করার পর সরবরাহ প্রদানের পূর্বে উক্ত ওয়্যারিং এর কন্টিনিউয়িটি বা নিরবচ্ছিন্নতা সঠিক আছে কিনা তা যে টেস্টের মাধ্যমে জানা যায়, তাকে ওয়্যারিং এর কন্টিনিউয়িটি টেস্ট বলে। ওয়্যারিং এর নিরবচ্ছিন্নতা ঠিক না থাকলে ওয়্যারিং এর পয়েন্টসমূহে সংযুক্ত লোডগুলি কাজ করবে না। তাই ওয়্যারিং কাজ শেষ করার পর এর কন্টিনিউয়িটি বা নিরবচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করা আবশ্যিক। কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষার মাধ্যমে

ওয়ারিং এ ব্যবহৃত পরিবাহী কোথাও কোন ছেঁড়া, কাটা, ভাঙ্গা কিংবা কোন জাংশন বক্সে সংযোগ নেই এমন অবস্থাসমূহ জানা যায়।

ওয়ারিং এর কন্টিনিউয়িটি বা নিরবচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করার জন্য নিম্নের ধাপসমূহ অনুসরণ করতে হয়। ইনস্ট্রুমেন্ট হিসেবে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্টার মেগার/ওহমমিটার/কন্টিনিউয়িটি টেস্টার নিতে হবে।

- ১। ওয়ারিং এ ব্যবহৃত মেইন সুইচ 'অফ' করে তার ফিউজ খুলে নিয়ে সরবরাহ সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন করতে হবে।
- ২। বাতি এবং পাখা সহ সকল লোড নির্দিষ্ট হোল্ডারে কিংবা টার্মিনালে লাগিয়ে রাখতে হবে, অথবা সকল পয়েন্টের টার্মিনালসমূহ শর্ট করে রাখতে হবে।
- ৩। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের সকল সার্কিট ব্রেকার 'অন' করে রাখতে হবে, কিংবা ফিউজ থাকলে এগুলো লাগিয়ে রাখতে হবে।
- ৪। সকল লোডের সুইচসমূহ 'অফ' করে রাখতে হবে।

মিটার সংযুক্ত করে একটি সুইচ 'অন' করে ইন্সট্রুমেন্টের পাঠ নিতে হবে। এবার সুইচটি অফ করে অপর একটি সুইচ 'অন' করে আবার পাঠ নিতে হবে। এভাবে সমস্ত ওয়ারিং এর সবগুলো সার্কিট পরীক্ষা করতে হবে। যে সুইচটি 'অন' করলে ইন্সট্রুমেন্টের রিডিং প্রায় শূন্য (০) হবে সেই সুইচের আওতাভুক্ত সার্কিটটির কন্টিনিউয়িটি ঠিক আছে।

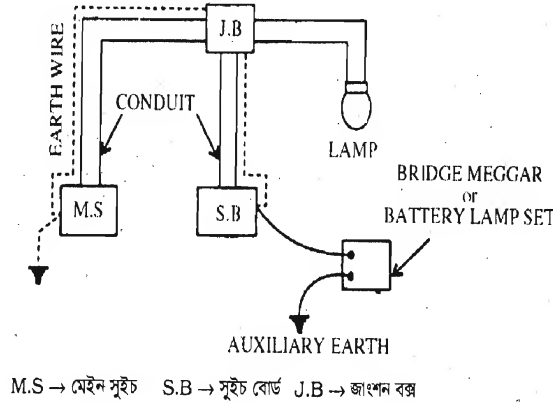


চিত্র ২১.৫: ওয়ারিং এর কন্টিনিউয়িটি টেস্ট।

অপরদিকে যে সুইচটি 'অন' অবস্থায় ইন্সট্রুমেন্ট শূন্য অপেক্ষা বেশি যে কোন পাঠ দেয় সেই সুইচের আওতাভুক্ত সার্কিটটির কন্টিনিউয়িটি নিরবচ্ছিন্ন নয়। কোন সুইচের আওতাভুক্ত সার্কিটটির কন্টিনিউয়িটি ঠিক না থাকলে তা জটিল করে কন্টিনিউয়িটি ঠিক করে দিতে হবে। এভাবে কোন ওয়ারিং এর কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষা করতে হয়।

২১.৭ আর্থ কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষা করার পদ্ধতি: ওয়ারিং এর আওতায় যে সকল ধাতব বডি'র সরঞ্জাম থাকে সেগুলোর ধাতব অংশকে আর্থের সাথে সংযোগ করে দিতে হয়। দুর্ঘটনার হাত হতে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি এবং মানুষকে রক্ষা করার নিমিত্তে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির ধাতু নির্মিত বহিরাবরণে যুক্ত কারেন্টকে পরিবাহী তারের সাহায্যে নিরাপদভাবে মাটিতে প্রেরণের ব্যবস্থাকে আর্থিং বলে। তবে যদি আর্থ তারের নিরবচ্ছিন্নতা বা কন্টিনিউয়িটি ঠিক না থাকলে ব্যবহারকারী যে কোন সময় দুর্ঘটনায় পড়তে পারে। তাই আর্থ তারের নিরবচ্ছিন্নতা বা কন্টিনিউয়িটি ঠিক আছে কিনা তা জানতে আর্থ কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষা করা হয়। এক্ষেত্রে কন্টিনিউয়িটি টেস্টারের একটি টার্মিনাল বাড়ির প্রধান আর্থিং এর সাথে এবং অপর টার্মিনালটির সাথে লম্বা ইনসুলেটেড তার লাগিয়ে উক্ত তারের অপর প্রান্ত এক এক করে বিভিন্ন বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ধাতব বডি বা অংশের সাথে স্পর্শ করাতে হবে। যে সরঞ্জামের ধাতব অংশ স্পর্শ করলে ইন্সট্রুমেন্টের রিডিং শূন্য (০) হয় সেই সরঞ্জামের আর্থ কন্টিনিউয়িটি ঠিক আছে। অপরদিকে যে সকল সরঞ্জামের বডি স্পর্শ করার পর ইন্সট্রুমেন্ট শূন্য অপেক্ষা বেশি যে কোন পাঠ দেয় সেই বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের আর্থ কন্টিনিউয়িটি ঠিক নেই। কন্টিনিউয়িটি ঠিক না থাকলে তা ত্রুটিমুক্ত করে কন্টিনিউয়িটি ঠিক করে দিতে হবে। এভাবেই কোন ওয়ারিং এর আর্থ কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষা করতে হবে।

এ পরীক্ষায় প্রথমে মেইন সুইচ অফ করে ফিউজ খুলে নিতে হবে। সার্কিটের অন্যান্য ফিউজগুলো যথারীতি লাগানো থাকবে। বাতি, পাখাসহ সকল লোড/ডিভাইস লাগিয়ে রাখতে হবে। সকল সুইচ অফ রেখে মেইন সুইচ থেকে বেরিয়ে যাওয়া দুইটি কন্ডাকটরের সাথে মেগারের L ও E টার্মিনাল সংযোগ দিতে হবে এবং এক একটি করে সুইচ অন করে মেগারের কাঁটা ঘুরালে যদি মেগারের কাঁটা শূন্য ডিফ্লেকশন দেয়, তবে বুঝতে হবে কন্টিনিউয়িটি ঠিক আছে। যদি কাঁটা শূন্য (০) থেকে দূরে থাকে, তাহলে বুঝতে হবে কন্টিনিউয়িটি ঠিক নেই। এভাবে একটি একটি করে সুইচ অন করে কন্টিনিউয়িটি টেস্ট করতে হবে।



চিত্র ২১.৬ : আর্থ কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষা।

মেগারের পরিবর্তে মাল্টিমিটার বা কন্টিনিউয়িটি টেস্টার/আর্থ টেস্টার দ্বারা এ টেস্ট করা যায়।

আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করার পদ্ধতি: আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ পদ্ধতিতে ইশতম অধ্যায়ে ২৩.৬ আলোচনা করা হয়েছে।

২১.৮ প্রচলিত নিয়ম অনুযায়ী নিম্নতম ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স:

আই. ই. ই (Institution of Electrical Engineers) রেগুলেশন আমাদের দেশে প্রচলিত অনুযায়ী নিম্নতম গ্রহণযোগ্য ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স নিম্নরূপ:

সকল কন্ডাক্টর একত্রে জড়ানো অবস্থায় পালাক্রমে প্রতিটি কন্ডাক্টরের মধ্যে পরিমাপ করা হলে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স ১ মেগাওহম এর কম হবে না। বৈদ্যুতিক মেশিন বা সরঞ্জামের কাঠামো এবং প্রতিটি বৈদ্যুতিক অংশের মধ্যকার ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স উক্ত সরঞ্জামে উল্লিখিত মান অনুযায়ী হবে। মান উল্লেখ না থাকলে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স ০.৫ মেগাওহমের বেশি হতে হবে। তারের দৈর্ঘ্য যত বেশি হবে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স তত বেশি হবে।

প্রচলিত রেগুলেশন অনুযায়ী সর্বনিম্ন ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্সের মান নিম্নে বর্ণিত দুইটি পদ্ধতিতে হিসেব করা যায়-ক) পয়েন্ট পদ্ধতি ও খ) লিকেজ কারেন্ট ও সিস্টেম ভোল্টেজ ভিত্তিক পদ্ধতি।

পয়েন্ট পদ্ধতি : এই পদ্ধতি অনুসারে ওয়্যারিং এ মোট কতটি পয়েন্ট বা আউটলেট রয়েছে তার উপর ভিত্তি করে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স বের করা হয়। যেমন- কোন ওয়্যারিং এ মোট ১০টি পয়েন্ট বা আউটলেট থাকলে এই ওয়্যারিং এর জন্য গ্রহণযোগ্য সর্বনিম্ন ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স হবে-

$$= 2.5 \text{ M}\Omega$$

লিকেজ কারেন্ট ও সিস্টেম ভোল্টেজ ভিত্তিক পদ্ধতি : লিকেজ কারেন্ট এবং সিস্টেম ভোল্টেজ ব্যবস্থার উপর ভিত্তি করে কোন বিদ্যুৎ ব্যবস্থাপনার বা ওয়্যারিং এর ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স নির্ণয়ে সর্বোচ্চ লিকেজ কারেন্ট হবে ৫০০০ ভাগের ১ ভাগ। যেমন- কোন ওয়্যারিং এর সরবরাহ ভোল্টেজ ২৩০ ভোল্ট এবং সর্বোচ্চ কারেন্ট

১০ অ্যাম্পিয়ার হয়, তবে উক্ত ব্যবস্থার গ্রহণযোগ্য সর্বোচ্চ লিকেজ কারেন্ট $= 10 \times \frac{1}{5000} = 0.002$ অ্যাম্পিয়ার।

সুতরাং, সর্বনিম্ন ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স হবে, $R_i = \frac{\text{সরবরাহ ভোল্টেজ}}{\text{লিকেজ কারেন্ট}} = \frac{230}{0.002} = 1.15 \text{ মেগাওহম}।$

বিভিন্ন তারের ইনসুলেটিং মেটেরিয়াল ভিন্ন প্রকারের হয় এদের ইনসুলেটিং ক্ষমতাও ভিন্ন ভিন্ন।

একটি সুইচ দ্বারা নিয়ন্ত্রিত একটি বাতির পয়েন্টকে দুইটি আউটলেট হিসেবে এবং একটি সকেটকে একটি আউটলেট ধরে মোট আউটলেট হিসেব করা হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সুইচ ফেজ তারে লাগানো হয়েছে কীনা তা কোন পরীক্ষার মাধ্যমে জানা যাবে?
- ২। আর্থি ভালো অর্থ রেজিস্ট্যান্স কম না বেশি?
- ৩। প্রচলিত রেগুলেশন অনুযায়ী নিম্নতম ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স কত হয়?
- ৪। বৈদ্যুতিক রেগুলেশন অনুযায়ী সর্বোচ্চ আর্থ রেজিস্ট্যান্স কত হয়?
- ৫। ওয়্যারিং এর ইনসুলেশন টেস্টে লোড খোলা থাকে না লাগানো থাকে?
- ৬। আর্থ টেস্ট করার মিটারের নাম কী?
- ৭। ফেজ তার কীভাবে শনাক্ত করা যায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ওয়ারিং টেস্টিং বলতে কী বোঝায়?
- ২। ওয়ারিং টেস্টিং করার প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৩। চিত্রসহ বৈদ্যুতিক টেস্টিং এ টেস্ট ল্যাম্পের গুরুত্ব বর্ণনা কর।
- ৪। আর্থ কন্টিনিউয়িটি বলতে কী বোঝায়?
- ৫। সুইচের পোলারিটি টেস্ট বলতে কী বোঝায়?
- ৬। আর্থ রেজিস্ট্যান্স কাকে বলে?
- ৭। ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষার প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৮। ওয়ারিং শেষে কী কী পরীক্ষা করা হয়?
- ৯। ওয়ারিং কাজ চলার সময় কী কী টেস্ট করা হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন











- ১। সুইচের পোলারিটি পরীক্ষা করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ২। চিত্রসহ আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ৩। ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষার পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ৪। আর্থ কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষা করার পদ্ধতি বর্ণনা কর।

দ্ব্যবহাৰ অধ্যায় ওয়্যারিং লে-আউট ও ব্লুপ্ৰিন্ট Wiring Layout and Blue print

ইঞ্জিনিয়্যারিং যে কোন কাজ সকলতাৰ সাধে করার জন্য কাজের পরিকল্পনা অনুযায়ী নক্সা একান্ত প্রয়োজন। নক্সা প্রণয়ন ছাড়া কাজ করতে গেলে তা সঠিকভাবে করা যায় না এবং ভুল হওয়ার সম্ভাবনা বেশি। আর সে ক্ষেত্রে কাজ শেষ না করতেই পরিবর্তনের প্রয়োজন হয়। ইলেকট্রিক্যাল ওয়্যারিং করার পূর্বে উহার লে-আউট প্রাপ্ত অর্থাৎ ওয়্যারিং কোন ধরনের হবে, কোন সিক দিগে কীভাবে তার টানা হবে, কোন সরঞ্জাম কোথায় বসবে তার প্রাপ্ত করলে সে ক্ষেত্রে প্রাথমিক ভুল ধরা পড়বে আর কাজের মান বাড়বে। এক্ষেত্রে প্রাপ্তে অবশ্যই সঠিকভাবে ইলেকট্রিক্যাল প্রতিক বসাতে হবে। আলোচ্য অধ্যায়ে ওয়্যারিং লে-আউটে ব্যবহৃত প্রতিকসমূহ ও উহাদের প্রয়োজনীয়তা এবং কীভাবে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং লে-আউট করতে হয় সেগুলো আলোচনা হয়েছে। শিক্ষার্থীরা এ অধ্যায় পাঠের পর ব্যস্তবে অনুকূল কাজ করার দক্ষতা অর্জন করবে।

২২.১ ইলেকট্রিক্যাল কাজে ব্যবহৃত প্রতিকগুলো: ইলেকট্রিক্যাল ইনস্টলেশন কাজ সুষ্ঠুভাবে করতে কাজের লে-আউট সঠিক ও সুন্দর হওয়া আবশ্যিক। এ লে-আউট করার সময় ওয়্যারিং কীভাবে হবে, কোথায় কি সরঞ্জাম বসাতে হবে, সে বিষয়ে ইলেকট্রিক্যাল কাজের সাথে সংশ্লিষ্ট সকল টেকনিসিয়ান, সুপারভাইজার এবং প্রকৌশলীগণের নিজের তালিকার প্রদত্ত প্রতীকসমূহ জানা আবশ্যিক।

বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং মূল নকশা তৈরি করতে বিভিন্ন সরঞ্জামের অবস্থান সোঝানোর জন্য যে প্রতীকসমূহ ব্যবহার করা হয়, সেগুলোর মধ্যে কিছু উল্লেখ করা হলো।

ক্রমিক নং	প্রতীকের নাম	প্রতীক (Symbols)
১.	ওয়ান ওয়ে সিঙ্গেল পোল	
২.	ওয়ান ওয়ে টু পোল	
৩.	টু ওয়ে সিঙ্গেল পোল	
৪.	ইন্টারমিডিওয়েট	
৫.	পুশ বাটন সুইচ	
৬.	বাতি	
৭.	ক্রোরোসেট বাতি	
৮.	মেইন কিউজ বোর্ড (সুইচ ব্যতিরেকে), লাইটিং	
৯.	মেইন কিউজ বোর্ড (সুইচসহ), লাইটিং	
১০.	মেইন কিউজ বোর্ড (সুইচ ছাড়া), পাওয়ার	

ক্রমিক নং	প্রতীকের নাম	প্রতীক (Symbols)
১১.	মেইন কিউজ বোর্ড (সুইচসহ), পাওয়ার	
১২.	ডিস্ট্রিবিউশন কিউজ বোর্ড (সুইচ ব্যতিরেকে), লাইটিং	
১৩.	ডিস্ট্রিবিউশন কিউজ বোর্ড (সুইচসহ), লাইটিং	
১৪.	ডিস্ট্রিবিউশন কিউজ বোর্ড (সুইচ ছাড়া), পাওয়ার	
১৫.	ডিস্ট্রিবিউশন কিউজ বোর্ড (সুইচসহ), পাওয়ার	
১৬.	লাউড স্পিকার	
১৭.	সিঙ্গেল সকেট আউটলেট	
১৮.	ডবল সকেট আউটলেট	
১৯.	লিপিং ফ্যান	
২০.	একজল্ট ফ্যান	
২১.	ব্রাকেট ফ্যান	
২২.	ফ্যান রেগুলেটর	
২৩.	মেইন সুইচ (লাইটিং)	
২৪.	মেইন সুইচ (পাওয়ার)	
২৫.	ব্যাটেন ল্যাম্প হোল্ডার	
২৬.	লাইনের সংযোগ স্থল	
২৭.	ডিস্ট্রিবিউশন সেন্টার	
২৮.	আর্থ পয়েন্ট	
২৯.	টেলিফোনযোগের সকেট আউটলেট	
৩০.	টি.ভি এবং রেডিও এরিয়ালের সকেট আউটলেট	
৩১.	ইলেকট্রিক বেল	
৩২.	মিলে	
৩৩.	কারেন্ট ইম্পালস সুইচ	

ক্রমিক নং	প্রতীকের নাম	প্রতীক (Symbols)
৩৪.	ইলেকট্রিক মোটর আউটলেট	
৩৫.	৩-পিন এম্প্যান্সিয়ার সকেট আউটলেট	
৩৬.	৩-পিন এম্প্যান্সিয়ার সকেট আউটলেট (সুইচসহ)	
৩৭.	২-পিন ১৫অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট	
৩৮.	৩-পিন ১৫অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট	
৩৯.	২-পিন ১৫অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট (সুইচসহ)	
৪০.	৩-পিন ১৫অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট (সুইচসহ)	
৪১.	হাউজ কানেকশন বক্স	
৪২.	ইলেকট্রিক মিটার	
৪৩.	সার্জ ডাইভার্টার	
৪৪.	দ্বি ফেজ ইলেকট্রিক মোটর	
৪৫.	ক্যাপাসিটর	
৪৬.	পরিবর্তনীয় রেজিস্টর	
৪৭.	পাইলট বাতি	
৪৮.	সাইরেন	
৪৯.	রেজিস্টারের আউটলেট	
৫০.	ওয়ার্মিং মেশিন আউটলেট	
৫১.	ভিশ ওয়ার্মিং মেশিন আউটলেট	
৫২.	কনডাকশন মিটার আউটলেট	
৫৩.	পাওয়ার সুইচ	
৫৪.	ইলেকট্রিক্যাল এ্যাম্প্লায়েল	
৫৫.	বেল পুশ	
৫৬.	অ্যাম্প্রিফায়ার আউটলেট	
৫৭.	ইলেকট্রিক কুকিং রেজ	

ক্রমিক নং	প্রতীকের নাম	প্রতীক (Symbols)
৫৮.	কন্সটার এলার্ম ইন্ডিকেটর	
৫৯.	অটোমোটিক কন্ট্রোল	
৬০.	ইলেকট্রিক হিটার	
৬১.	ইলেকট্রিক ওয়াটার হিটার	
৬২.	ওয়াটার টাইট লাইট কিটিং	
৬৩.	মাইক্রোকোন আউটলেট	
৬৪.	কুকার কন্ট্রোল ইউনিট	
৬৫.	ব্যাটারি	

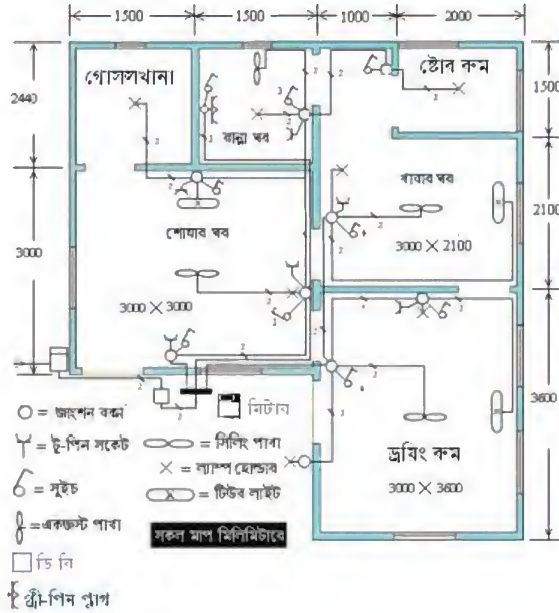
২২.২ ইলেকট্রিক্যাল কাজে সচরাচর ব্যবহৃত অভিব্যক্তিকলো: বৈদ্যুতিক কাজের নকশা প্রণয়ন, এস্টিমেটিং, ডিভাইন ইত্যাদি কাজের সময় সকল কিটিং-কিয়ারিং এবং বৈদ্যুতিক টার্ম ও শর্ডসমূহের নাম সম্পূর্ণ লেখা বা প্রকাশ করা হয় না। এদেরকে সংক্ষেপে বা সংক্ষিপ্তরূপে লেখা বা প্রকাশ করা হয়। কোন টার্ম, শব্দ, শব্দগুচ্ছ কিংবা নামের এরূপ সংক্ষিপ্তরূপ সমূহের অভিব্যক্তিকলো (Abbreviation) নিম্নে প্রদান করা হলো।

ক্রমিক নং	প্রতীকের নাম	সংক্ষিপ্ত রূপ	(Symbol name)	(Abbreviation)
১.	অল অ্যালুমিনিয়াম কন্ডাক্টর	এ এ সি	All Aluminum Conductor	AAC
২.	হার্ড ড্রন কপার কন্ডাক্টর	এইচ ডি সি সি	Hard-drawn Copper conductor	HDCC
৩.	অ্যালুমিনিয়াম কন্ডাক্টর স্টিল রিইনফোর্সড	এ সি এস আর	Aluminum Conductor Steel Reinforced	ACSR
৪.	ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	ডি বি	Distribution board	DB
৫.	আমেরিকান ওয়্যার গেজ	এ ডব্লিউ জি	American Wire Gauge	AWG
৬.	স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ	এস ডব্লিউ জি	Standard Wire Gauge	SWG
৭.	সার্কিট ব্রেকার	সি বি	Circuit breaker	CB
৮.	মিনিরেচার সার্কিট ব্রেকার	এম সি বি	Miniature circuit breaker	MCB
৯.	মোল্ডেড কেস সার্কিট ব্রেকার	এম সি সি বি	Molded Case circuit breaker	MCCB
১০.	কারেন্ট ট্রান্সফরমার	সি টি	Current Transformer	CT
১১.	পটেনশিয়াল ট্রান্সফরমার	পি টি	Potential Transformer	PT
১২.	সাব-ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	এস ডি বি	Sub distribution board	SDB

ক্রমিক নং	প্রতীকের নাম	সংক্ষিপ্ত করণ	(Symbol name)	(Abbrevia:ion)
১৩.	মেইন ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	এম ডি বি	Main distribution board	MDB
১৪.	অয়েল সার্কিট ব্রেকার	ওসিবি	Oil circuit breaker	OCB
১৫.	অয়েল সার্কিট রিক্লোজার	ওসিআর	Oil circuit re-closer	OCR
১৬.	পলি-ভিনাইল ক্লোরাইড	পি ভি সি	Poly vinyl chloride	PVC
১৭.	ভলকানাইজড ইন্ডিয়ান রাবার	ভি আই আর	Volcanized indian rubber	VIR
১৮.	এক্সট্রা হাই ভোল্টেজ	ই এইচ ভি	Ex:ra high voltage	EHV
১৯.	হাই র‍্যাপচারিং ক্যাপাসিটি	এ আর সি	Highruptureing apacity	HRC
২০.	হাই ভোল্টেজ	এইচ ভি	High voltage	HV
২১.	কিলোওয়াট	-	Kilowatt	KW
২২.	কিলো ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার	কে ভি এ	Kilo-volt ampere	শ'ঠ অ
২৩.	মেগা ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার	এম ভি এ	Mega-volt ampere	MVA
২৪.	মেগা ওয়াট	-	Mega watt	MW
২৫.	কিলো ওয়াট আওয়ার	ইউনিট	Kilo watt-hour	শ'ড য
২৬.	বাংলাদেশ পাওয়ার ডেভেলোপমেন্ট বোর্ড	বি পি ডি বি	Bangladesh Power Development Board	BPDB
২৭.	পল্লি বিদ্যুতায়ন বোর্ড	আর ই বি	Rural Electrification Board	REB
২৮.	পল্লি বিদ্যুৎ সমিতি	পি বি এস	Pally Biddut Somity	PBS
২৯.	নিউট্রাল	-	Neutral	N
৩০.	নরমালি ক্লোজ	-	ঘ ড়ৎস ধক্ষ ঈ ষড়ংৎবফ	NC
৩১.	নরমালি ওপেন	-	ঘ ড়ৎস ধক্ষ ঙ ট়বহ	NO
৩২.	সিঙ্গেল পোল সিঙ্গেল থ্রো	এস পি এস টি	বঃহঃমঃসঃ চঃড়ঃসঃ বঃহঃমঃসঃ এঃলঃৎঃড়ঃ মঃয	SPST
৩৩.	সিঙ্গেল পোল ডবল থ্রো	এস পি ডি টি	বঃহঃমঃসঃ চঃড়ঃসঃ উঃড়ঃ মঃসঃ এঃলঃৎঃড়ঃ মঃয	SPDT
৩৪.	ডবল পোল ডবল থ্রো	ডি পি ডি টি	উঃড়ঃ মঃসঃ চঃড়ঃসঃ উঃড়ঃ মঃসঃ এঃলঃৎঃড়ঃ মঃয	DPDT
৩৫.	ডবল পোল আয়রন ক্ল্যাড	ডি পি আই সি	উঃড়ঃ মঃসঃ চঃড়ঃসঃ ঞঃড়ঃহঃ ঈঃসঃফঃ	DPIC

২২.৩ ওয়্যারিং লে-আউট ও ব্লু প্রিন্ট: বৈদ্যুতিক স্থাপনার কাজ সহজে, অল্প খরচে, কম সময়ে, সঠিকভাবে বাস্তবায়ন করার জন্য ওয়্যারিং এর প্রতিক ব্যবহার করে যে নকশা তৈরি করা হয়, তাকে ওয়্যারিং লে-আউট বলে। বৈদ্যুতিক ইনস্টলেশনের সঠিক বাস্তবায়নের জন্য প্রতীকসমূহ ব্যবহার করে ওয়্যারিং লে-আউট করা হয়। ওয়্যারিং লে-আউট এর মাধ্যমেই বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি বসানো হয়, তার টানা হয় এবং লোড সংযুক্ত করা হয়। ইহা থেকে বিশেষ ধরনের কাগজে নির্দিষ্ট রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করে একাধিক কপি তৈরী করা হয় যা ব্লুপ্রিন্ট নামে পরিচিত।

ওয়ারিং কাজের অনুমোদন ও সংরক্ষণ এর জন্য ড্রিং হিসেবে একাধিক কপি করতে হয়। বৈদ্যুতিক কাজের সঠিক ও সুষ্ঠু বাস্তবায়নের জন্য ড্রিং এর একাধক প্রয়োজন। ইলেকট্রিশিয়ান, ড্রাকস্টম্যান, সুপারভাইজার, এস্টিমেটর, ইঞ্জিনিয়ারগণ ওয়ারিং ড্রিং ব্যবহার করে কাজ করে।



চিত্র ২২.১: বৈদ্যুতিক লে-আউট।

২২.৪ ওয়ারিং লে-আউট এর প্রয়োজনীয়তা: বৈদ্যুতিক ইনস্টলেশনের সঠিক বাস্তবায়নের জন্য ওয়ারিং লে-আউট খুব গুরুত্বপূর্ণ। কারণ ইঞ্জিনিয়ার ও ইলেকট্রিশিয়ান গণ ওয়ারিং কাজ লে-আউট দেখেই করেন। ওয়ারিং লে-আউটের মাধ্যমে ইলেকট্রিক্যাল (বৈদ্যুতিক) ইনস্টলেশনের কাজ কম সময়ে, সহজে, অল্প খরচে এবং সঠিকভাবে করা সম্ভব হয়। ওয়ারিং লে-আউটে কোন বাড়িতে ইলেকট্রিক্যাল সরঞ্জামাদিসমূহ এবং এদের অবস্থান দেখানো হয়। সেই অনুযায়ী সুপারভাইজারের তত্ত্বাবধানে ইলেকট্রিশিয়ান গণ ওয়ারিং কাজ সম্পন্ন করে থাকেন। সুতরাং লে-আউট না করে যেমন কাজটি সুষ্ঠুভাবে করা যাবে না, তেমনই লে-আউট ছাড়া সঠিক প্রাক্কলন তৈরি করা সম্ভব নয়। অন্যদিকে লে-আউট না থাকলে অবিস্যতে ওয়ারিং এর কোথাও কখনো কোন ত্রুটি দেখা দিলে তা শনাক্ত করতে সমস্যা হয়। তাই ওয়ারিং কাজের প্রাক্কলন তৈরি করা, নির্দিষ্ট স্পেসিফিকেশন অনুযায়ী ওয়ারিং কাজ সম্পন্ন করা এবং অবিস্যতে রক্ষণাবেক্ষণের সুবিধার জন্য ওয়ারিং এর লে-আউট এর গুরুত্ব এবং প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। বিশেষভাবে বৈদ্যুতিক কাজের ভবিষ্যৎ রক্ষণাবেক্ষণ, জরুরি মেরামত কাজের জন্য ওয়ারিং লে-আউট খুব দরকার। ওয়ারিং লে-আউট প্রচলিত বিভিন্ন ইলেকট্রিক্যাল প্রণীক ব্যবহার করে সংক্ষেপে প্রকাশ করা হয় যা দেখে ওয়ারিং কাজ করা হয়।

সিঙ্গেল লাইন ওয়ারিং ডায়াগ্রাম: উপরের ২২.১ নং চিত্রে সিঙ্গেল লাইন ওয়ারিং ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট কী?
- ২। এ সি এস আর এর পূর্ণ অর্থ কী?
- ৩। পি ভি সি এর পূর্ণ অর্থ কী?
- ৪। এম সি বি পূর্ণ অর্থ কী?
- ৫। এ এ সি এর পূর্ণ অর্থ কী?
- ৬। ডি পি ডি টি এর পূর্ণ অর্থ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট বলতে কী বোঝায়?
- ২। ওয়্যারিং লে- আউট এর প্রয়োজনীয়তা বর্ণনা কর।
- ৩। পিভিসি, এএসি, এসিএসআর এর পূর্ণ অভিব্যক্তি লেখ।
- ৪। ইলেকট্রিক্যাল কাজে ব্যবহৃত নামসহ ৫টি প্রতীক উল্লেখ কর।
- ৫। ব্লু-প্রিন্ট বলতে কী বোঝায়?
- ৬। ইলেকট্রিক্যাল কাজে ব্লু প্রিন্ট করতে প্রতীক ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৭। কোন কোন ব্যক্তি ব্লু-প্রিন্ট ব্যবহার করেন ?
- ৮। ওয়্যারিং লে-আউট বলতে কী বোঝা ?
- ৯। ওয়্যারিং লে-আউট এর প্রয়োজনীয়তা উল্লেখ কর।
- ১০। ব্লু-প্রিন্টের প্রয়োজনীয়তা কী ?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। চার রুম বিশিষ্ট একটি স্ট্যান্ডার্ডবাড়ির সিঙ্গেল লাইন ওয়্যারিং লে-আউট চিত্র অঙ্কন কর।

ত্রয়োবিংশ অধ্যায় বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন (এস্টিমেটিং) Electrical Estimating

বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর জন্য নিরাপত্তা, স্থায়ীত্বতা, সৌন্দর্য, খরচ ইত্যাদি বিবেচনা করা হয়। বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর ধরন, ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত তার বা ক্যাবল, ফিটিংস ইত্যাদি বিষয়গুলোর উপর ব্যয় নির্ভর করে। লোডের সঠিক হিসেব, বাজার মূল্যের কারণে এর তারতম্য ঘটে। বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন যথাযথ করতে ওয়্যারিং নিয়ম মেনে এর ধরন, কাজের সময়, বাজার মূল্য, প্রয়োজনীয় তার ও ফিটিংস এর পরিমাণ ইত্যাদি বিষয়গুলো সঠিকভাবে বিবেচনা করতে হবে। প্রাক্কলন তৈরি করার পূর্বে এ সম্পর্কিত সকল তথ্য এবং উপাত্ত যত্নশীল ভাবে বিচার বিশ্লেষণ করতে হবে। একজন প্রাক্কলন তৈরিকারীকে (প্রাক্কলন) অবশ্যই ইলেকট্রিক্যাল কাজ সম্পর্কে পূর্ণ জ্ঞান থাকতে হবে। তার কাজের জন্য প্রয়োজনীয় মালামালের পরিচয়, মূল্য এবং কাজ সম্পাদনের জন্য প্রয়োজনীয় লোকবলের পরিমাণ নির্ধারণের ক্ষমতা বা জ্ঞান থাকতে হবে।

২৩.১ বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন (এস্টিমেটিং) এর সংজ্ঞা: কোন বৈদ্যুতিক ইনস্টলেশনের কাজ হলো নিয়ম অনুযায়ী করতে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদির পূর্ণ বিবরণ, পরিমাণ, কাজের সময়, ধরন উল্লেখসহ মোট খরচের হিসেব নিকাশ করার প্রক্রিয়াকে বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন বা এস্টিমেটিং বলে। বৈদ্যুতিক প্রাক্কলনে সকল কাজের মোট ব্যয়ের হিসেব থাকে। কোন প্রস্তাবিত বৈদ্যুতিক স্থাপনার জন্য প্রয়োজনীয় ব্যয় এর অগ্রীম হিসেব নির্ণয় করার প্রক্রিয়াকে বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন বলে। এতে মালামালের খরচ, লেবার খরচ, সুপারভিশন খরচ এবং অন্যান্য আনুষঙ্গিক খরচ ইত্যাদি উল্লেখ থাকে। প্রাক্কলন যথাসম্ভব সঠিক হতে হবে অন্যথায় বরাদ্দকৃত অর্থের মাধ্যমে কাজটি সম্পাদিত নাও হতে পারে।

২৩.২ বৈদ্যুতিক লোড এর হিসেব: বৈদ্যুতিক স্থাপনার প্রাক্কলন তৈরীতে প্রাথমিক কাজ হলো বৈদ্যুতিক লোড হিসেব করা। অর্থাৎ কোন স্থাপনায় যে সমস্ত লোড থাকবে বা সংযুক্ত করা হবে, সেগুলোর সঠিক হিসেব করা। লোডের সংখ্যা ও পরিমাণ এর উপর নির্ভর করে সাব সার্কিটের সংখ্যা, সরঞ্জামাদির ক্ষমতা, তারের সাইজ নির্ধারণ করা হয়। বৈদ্যুতিক লোডের হিসেবে সকল ধরনের বৈদ্যুতিক লোডের স্ট্যান্ডার্ড মান ধরে হিসেব করা হয়।

২৩.৩ লোড কারেন্ট নির্ণয়ের হিসেব পদ্ধতি:

লোড ও সার্কিট সংখ্যা: বিভিন্ন ফিটিংস ও ফিজিং এর জন্য লোড এস্টিমেটের ক্ষেত্রে বাংলাদেশ ইলেকট্রিক্যাল ইন্সটলেশন এর বিধি অনুযায়ী যেভাবে সাব-সার্কিট সংখ্যা হিসেব করা হয়, তা হলো।

১। প্রতিটি ঘরে একটি সাব-সার্কিট।

২। কম লোডের ক্ষেত্রে ৮ থেকে ১০ টি লোডের জন্য একটি সাব-সার্কিট।

৩। ৫০০ ওয়াট থেকে ৮০০ ওয়াট লোডের জন্য একটি সাব-সার্কিট।

৪। একটি সাব-সার্কিটের লোড ১০০০ (VA) হতে ১২০০ (VA) পর্যন্ত হতে পারে।

এর জন্য যেভাবে লোডের ওয়াট হিসেব করতে হয় তা হলো নিম্নরূপ-

লোডের বিবরণ	ওয়াট রেটিং
ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প	১০০
ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প ক) ৬০০ মিমি দৈর্ঘ্যের (ছোট)	২০
খ) ১২০০ মিমি. দৈর্ঘ্যের (বড়)	৪০
সিলিং ফ্যান এবং টেবিল ফ্যান	৮০
এগজস্ট এবং পেডিস্ট্যাল ফ্যান	৯০
৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট	১০০
১৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট	১০০০

একটি কক্ষের বৈদ্যুতিক লোড সিডিউল:

ক্রমিক নং	আউটলেট এর বিবরণ	আউটলেটের সংখ্যা	প্রতি আউটলেটের জন্য ওয়াট	মোট ওয়াট
১.	ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প	২	১০০	২০০
২.	ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প ১২০০ মিমি	১	৪০	৪০
৩.	সিলিং ফ্যান ৫৬"	১	৮০	৮০
৪.	টু-পিন সকেট ৫ অ্যাম্পিয়ার	১	১০০	১০০
৫.	থ্রি-পিন সকেট ১৫ অ্যাম্পিয়ার	১	১০০০	১০০০
মোট		৬		১৫১০

তাছাড়া বাড়ির ভিন্ন ভিন্ন কক্ষের ব্যবহার ও আকৃতি কথা বিবেচনা করে লোড নির্ধারণ করা হয়।

এরূপ একটি উদাহরণ দিয়ে সিঙ্গেল ফেজ এর জন্য যেভাবে লোড কারেন্ট হিসেব করা হয় তা দেখানো হলো-

লোডের বিবরণ	প্রতিটির ক্ষমতা (ওয়াট)	সংখ্যা	মোট লোড (ওয়াট)
টিউব লাইট	৪০	১০	৪০০
ইনক্যান্ডিসেন্ট বাতি	৬০	৮	৪৮০
সিলিং ফ্যান	৮০	৮	৬৪০
২-পিন সকেট	১০০	৩	৩০০
৩-পিন সকেট	১০০০	১	১০০০
ব্রাকেট ল্যাম্প	৬০	৪	২৪০
মোটর	১০০০	১	১০০০
মোট লোড			৪০৬০

$$= \frac{8060}{230} \text{ অ্যান্টিবায়ার।}$$

এ ক্ষেত্রে লোড কারেন্ট ২০ অ্যাম্পিয়ার ধরে এস্টিমেট করতে হবে।

এভাবে লোড হিসেব করে মোট সইচ, ফিউজ ও তারের সাইজ নির্ধারণ করা হয়।



উপরের চিত্রে একটি শোয়ার ঘর, একটি বসার ঘর, একটি খাবার ঘর, একটি স্টোর, একটি বান্নাঘর, একটি পোসলখানা আছে এমন একটি একতলা বাড়ির সিমেন্ট লাইন ওয়্যারিং লে-আউট দেখানো হয়েছে।

২৩.৪ একটি ডিন কক্ষ বিশিষ্ট একতলা বাসভবনের বৈদ্যুতিক সে-আউট: একটি ডিনটি প্রধান কক্ষ বিশিষ্ট একতলা বাসভবনের বৈদ্যুতিক সে-আউট চিত্র ২৩.১ দেখানো হলো।

কোন বাড়ির বৈদ্যুতিক লে-আউট করার সময় প্রথমে বাড়ির সিভিল ইঞ্জিনিয়ারিং লে-আউট অঙ্কন করে এর মধ্যে আউটলেটসমূহ চিহ্নিত করতে হবে। অতপর মিটার, মেইন সুইচ, ডিবি বোর্ড ইত্যাদির অবস্থান দেখাতে হবে। পরিশেষে এদের পারস্পরিক সংযোগ দেখাতে হবে এবং তারের সংখ্যা উল্লেখ করতে হবে।

২৩.৫ একটি তিন কক্ষ বিশিষ্ট একতলা বাসভবনের বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন: বাসভবনের বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন তৈরির পূর্বে লাইটিং ও পাওয়ার সার্কিটের লোড শিডিউল তৈরি করতে হবে।

১। লাইটিং লোড শিডিউল সমূহঃ শোয়ার ঘর এর বৈদ্যুতিক লোড শিডিউল।

ক্রমিক নং	আউটলেট এর বিবরণ	আউটলেটের সংখ্যা	প্রতি আউটলেটের জন্য ওয়াট	মোট ওয়াট
১.	ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প	১	১০০	১০০
২.	ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প ১২০০মিমি	১	৪০	৪০
৩.	সিলিং ফ্যান ১৪২ সেমি.	১	৮০	৮০
৪.	টু-পিন সকেট ৫ অ্যাম্পিয়ার	৩	১০০	৩০০
মোট		৬		৫২০

গোসলখানার বৈদ্যুতিক লোড শিডিউল

ক্রমিক নং	আউটলেট এর বিবরণ	আউটলেটের সংখ্যা	প্রতি আউটলেটের জন্য ওয়াট	মোট ওয়াট
১.	ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প	১	১০০	১০০
মোট		১		১০০

রান্না ঘরের বৈদ্যুতিক লোড শিডিউল

ক্রমিক নং	আউটলেট এর বিবরণ	আউটলেটের সংখ্যা	প্রতি আউটলেটের জন্য ওয়াট	মোট ওয়াট
১.	ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প	১	১০০	১০০
২.	এগজস্ট ফ্যান	১	৯০	৯০
৩.	টু-পিন সকেট ৫ অ্যাম্পিয়ার	১	১০০	১০০
মোট		১		২৯০

ড্রয়িং রুমের বৈদ্যুতিক লোড শিডিউল

ক্রমিক নং	আউটলেট এর বিবরণ	আউটলেটের সংখ্যা	প্রতি আউটলেটের জন্য ওয়াট	মোট ওয়াট
১.	ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প	২	১০০	১০০
২.	ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প ১২০০মিমি	১	৪০	৪০
৩.	সিলিং ফ্যান ১৪২ সেমি.	১	৮০	৮০
৪.	টু-পিন সকেট ৫ অ্যাম্পিয়ার	১	১০০	১০০
মোট		৪		৩২০

খাবার ঘর এর বৈদ্যুতিক লোড শিডিউল

ক্রমিক নং	আউটলেট এর বিবরণ	আউটলেটের সংখ্যা	প্রতি আউটলেটের জন্য ওয়াট	মোট ওয়াট
১.	ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প	১	১০০	১০০
২.	ফ্লোরোসেন্ট ল্যাম্প ১২০০মিমি	১	৪০	৪০
৩.	সিলিং ফ্যান ১৪২ সেমি.	১	৮০	৮০
৪.	টু-পিন সকেট ৫ অ্যাঃ	১	১০০	১০০
মোট		৪		৩২০

স্টোর রুমের বৈদ্যুতিক লোড শিডিউল

ক্রমিক নং	আউটলেট এর বিবরণ	আউটলেটের সংখ্যা	প্রতি আউটলেটের জন্য ওয়াট	মোট ওয়াট
১.	ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প	১	১০০	১০০
	মোট	১		১০০

২) পাওয়ার লোড শিডিউল রান্নাঘরের বৈদ্যুতিক পাওয়ার লোড শিডিউল

ক্রমিক নং	আউটলেট এর বিবরণ	আউটলেটের সংখ্যা	প্রতি আউটলেটের জন্য ওয়াট	মোট ওয়াট
১.	১৫ অ্যাম্পিয়ার সকেট আউটলেট	১	১০০০	১০০০
	মোট	১		১০০০

শোয়ার কক্ষ, রান্নাঘর এবং গোসলখানার মোট লোড $(৫২০ + ২৯০ + ১০০) = ৯১০$ ওয়াট।

$$\text{সুতরাং, সাব-সার্কিট-১ এর লোড কারেন্ট} = \frac{৯১০}{২৩০} = ৩.৯৬ \text{ অ্যাম্পিয়ার।}$$

অতএব, সাব-সার্কিট ১ এর তারের জন্য কারেন্ট $৩.৯৬ \times ১.৫০ = ৫.৯৪$ অ্যাম্পিয়ার ধরতে হবে। তারের সাইজ ১.৫ mm।

যেহেতু ড্রয়িং রুম, খাবার কক্ষ এবং স্টোর রুমের মোট লোড $(৩২০ + ৩২০ + ১০০) = ৭৪০$ ওয়াট।

$$\text{সুতরাং, সাব-সার্কিট ২ এর লোড কারেন্ট} = \frac{৭৪০}{২৩০} = ৩.২২ \text{ অ্যাম্পিয়ার।}$$

অতএব সাব-সার্কিট ২ এর তারের জন্য কারেন্ট $৩.২২ \times ১.৫০ = ৪.৮৩$ অ্যাম্পিয়ার ধরতে হবে। তারের সাইজ ১.৩ mm।

$$\text{পাওয়ার সার্কিটের লোড কারেন্ট} = \frac{১০০০}{২৩০} = ৪.৩৫ \text{ অ্যাম্পিয়ার।}$$

অতএব, সাব-সার্কিট তারের জন্য কারেন্ট $৪.৩৫ \times ১.৫০ = ৬.৫২৫$ অ্যাম্পিয়ার ধরতে হবে।

তারের সাইজ ১.৫ mm।

বর্ণিত বাড়িটির মোট লোড $১৩০০ + ১০২০ + ১০০০ = ৩৩২০$ ওয়াট।

$$\text{সুতরাং বাড়ির মোট লোড কারেন্ট} = \frac{৩৩২০}{২৩০} = ১৪.৪৩৫ \text{ অ্যাম্পিয়ার।}$$

অতএব মেইন সার্কিট এর তারের জন্য কারেন্ট $১৪.৪৩৫ \times ১.৫০ = ২১.৬৫$ অ্যাম্পিয়ার ধরতে হবে। মেইন লাইনের তারের সাইজ হবে ২.৫ mm। আয়রন ক্লাড ডবল পোল (আই সি ডি পি) মেইন সুইচের কারেন্ট রেটিং হবে $১৪.৪৩৫ \times ২ = ২৮.৮৭$ অ্যাম্পিয়ার। ৩০ অ্যাম্পিয়ারের মেইন সুইচ লাগবে।

ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড ৩৫০ মি.মি. \times ৩৯০ মি.মি. \times ১২০ মি.মি., খ্রি-ওয়ে, ডবল-বাস, ৪০ অ্যাম্পিয়ার।

সাব-সার্কিটসমূহের সার্কিট ব্রেকারের রেটিং হবে ৮ অ্যাম্পিয়ার।

পাওয়ার সাব-সার্কিটে কারেন্ট রেটিং কম হলেও সার্কিট ব্রেকার ১০ অ্যাম্পিয়ারের নিচে ব্যবহার করা উচিত নয়। সে অনুযায়ী ১০ অ্যাম্পিয়ারের সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করতে হবে।

প্রস্তাবিত বাড়ির কাজটির প্রাক্কলন পদ্ধতি নিম্নে প্রদান করা হলো—

ক্রমিক নং	মালামালের নাম ও স্পেসিফিকেশন	পরিমাণ	একক	একক দর	মোট মূল্য	মন্তব্য
১	সিঙ্গেল ফেজ ডিজিটাল এনার্জি মিটার	১ টি	প্রতিটি	-----	-----	
২	মেইন সুইচ ২৫ অ্যাম্পিয়ার ২৫০ ভোল্ট, আই সি ডি পি।	১ টি	প্রতিটি	-----	-----	
৩	ডিস্ট্রিবিউশন ফিউজ/সার্কিট ব্রেকার বক্স, ২৫০ ভোল্ট, ২ পোল, ৩-ওয়ে ১০ অ্যাম্পিয়ার।	১টি	প্রতিটি	-----	-----	
৪	এম সি বি ৬ A, ২৫০ V	২ টি	প্রতিটি	-----	-----	
৫	এম সি বি ১০ A, ২৫০ V	১ টি	প্রতিটি	-----	-----	
৬	এম সি বি ১৫ A, ২৫০ V	১ টি	প্রতিটি	-----	-----	
৭	পিভিসি ওয়্যার ২.৫ mm	৬ মিটার	প্রতি মি	-----	-----	
৮	পিভিসি ওয়্যার ১.৫ mm	১০ মিটার	প্রতি মি	-----	-----	
৯	পিভিসি ওয়্যার ১.৩ mm	১২০ মিটার	প্রতি মি	-----	-----	
১০	পিভিসি আর্থ ওয়্যার ১ re	১৬ মিটার	প্রতি মি	-----	-----	
১১	টুইন ফ্লেক্সিবল তার ২৩/০.০০৭৬	২০ মিটার	প্রতি মি	-----	-----	
১২	পিভিসি চ্যানেল ৬ মিমি × ১৩ মিমি.	২০ মিটার	প্রতি মি	-----	-----	
১৩	পিভিসি চ্যানেল ১৩ মিমি × ১৮ মিমি.	১৫ মিটার	প্রতি মি	-----	-----	
১৪	পিভিসি চ্যানেল ১৩ মিমি × ২৫ মিমি.	১০ মিটার	প্রতি মি	-----	-----	
১৫	প্লাস্টিক সুইচ বোর্ড ১০০ × ১৫০ মিমি.	৪ টি	প্রতিটি	-----	-----	
১৬	প্লাস্টিক সুইচ বোর্ড ১৫০ × ২০০ মিমি.	৪ টি	প্রতিটি	-----	-----	
১৭	প্লাস্টিক জয়েন্ট বক্স ৭৫×৭৫ মিমি.	১২ টি	প্রতিটি	-----	-----	
১৮	প্লাস্টিক জয়েন্ট বক্স ১০০ × ১০০ মিমি.	৮ টি	প্রতিটি	-----	-----	
১৯	ব্রাকেট হোল্ডার ৬ A, ২৫০ V	৪ টি	প্রতিটি	-----	-----	
২০	পেন্ডেন্ট হোল্ডার ৬ A, ২৫০ V	৩ টি	প্রতিটি	-----	-----	
২১	টিউব লাইট সেট ৪০ W, ২৫০ V	৩ টি	প্রতিটি	-----	-----	
২২	সকেট আউটলেট ৫ A, ২৫০ V	৬ টি	প্রতিটি	-----	-----	
২৩	সকেট আউটলেট ১৫ A, ২৫০ V	১ টি	প্রতিটি	-----	-----	
২৪	সিলিং রোজ ৫ A, ২৫০ V	৯ টি	প্রতিটি	-----	-----	
২৫	এসপিএসটি সুইচ ৬ A, ২৫০ V	১৯টি	প্রতিটি	-----	-----	
২৬	এসপিএসটি সুইচ ১৫ A, ২৫০ V	১ টি	প্রতিটি	-----	-----	
২৭	রাওয়ার্স প্লাগ ৬ মিমি. ϕ , ২৫ মিমি. মি	২৪ ডজন	প্রতি ডজন	-----	-----	
২৮	কট ক্লু ১৩ মিমি.	২৪ ডজন	প্রতি ডজন	-----	-----	
২৯	ইনসুলেটিং টেপ ১৩ মিমি.	১ রিল	প্রতিটি	-----	-----	
সর্বমোট						

সামগ্রিক মূল্য	:	----- টাকা
শ্রমিক এবং তত্ত্বাবধান মোট মূল্যের ২০%	:	----- টাকা
আপদকালীন খরচ (সামগ্রীর ১০%)	:	----- টাকা
সর্বমোট	:	----- টাকা

বর্তমান সময়ে কম্পিউটার এক্সেল প্রোগ্রাম এর মাধ্যমে অতি সহজে একক মূল্য বসিয়ে মোট মূল্য নির্ণয় করা যায় এবং যে কোন ধরনের পরিবর্তনে মোট মূল্য স্বয়ংক্রিয় পরিবর্তন ঘটে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন কী?
- ২। লোড হিসেব করতে ফ্যানের ওয়াট কত ধরা হয়?
- ৩। লোড হিসেব করতে ৩-পিন সকেটের ওয়াট কত ধরা হয়?
- ৪। ১৮ অ্যাম্পিয়ার লোড কারেন্টের জন্য মেইন সুইচের ক্যাপাসিটি কত হবে?
- ৫। লোড হিসেব করতে ২-পিন সকেটের ওয়াট কত ধরা হয়?
- ৬। এক একটি শাখা সার্কিটের লোড কত ভোল্ট অ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত হতে পারে?
- ৭। ওয়্যারিং কাজের শ্রমিকের মজুরি মালামালের মূল্যের শতকরা কত ভাগ শ্রমিক ও তত্ত্বাবধান খরচ হিসেব ধরা যায়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। প্রাক্কলন বা এস্টিমেটিং প্রক্রিয়ার ধাপসমূহ কী কী?
- ২। বৈদ্যুতিক লোড হিসেব বলতে কী বোঝায়?
- ৩। লোড কারেন্ট নির্ণয় করা হয় কেন?
- ৪। মেইন সুইচের ক্যাপাসিটি কীভাবে নির্ধারণ করা হয়?
- ৫। বৈদ্যুতিক প্রাক্কলনে কী কী থাকে?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। একটি তিন কক্ষ বিশিষ্ট একতলা বাসভবনের বৈদ্যুতিক লে-আউট অঙ্কন পূর্বক বৈদ্যুতিক প্রাক্কলন তৈরি করে দেখাও।

বৈদ্যুতিক নিরাপদ বিধি

Safety Rule of Electricity

আধুনিক সভ্যতায় উন্নয়নের অন্যতম মাপকাঠি বিদ্যুৎ এর ব্যবহার। বিদ্যুৎ ছাড়া মানব জীবনের চলার কথা চিন্তাই করা যায় না। বর্তমানে বিজ্ঞানের অগ্রযাত্রার সাথে সাথে মানব জীবনের প্রায় প্রতিটি ক্ষেত্রেই বিদ্যুতের ব্যবহার অত্যন্ত প্রয়োজনীয় হয়ে পড়েছে। যেহেতু বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা অনেক ক্ষেত্রেই জীবন হানি ঘটায় সেহেতু ইহার নিরাপদ ব্যবহার অপরিহার্য। আর সেজন্য প্রতিটি মানুষকেই বিদ্যুৎ এবং এর ব্যবহার সম্পর্কে জানা প্রয়োজন। তবে বিদ্যুৎ সম্পর্কে জানতে হলে প্রথমে চিন্তা করতে হবে ইহা যেন বিপদের কারণ না হয়। বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থাপন, উহার নিরাপদ ব্যবহারের জন্য যে সমস্ত নিয়ম নীতি রয়েছে সেগুলোকে বৈদ্যুতিক নিরাপদ বিধি (Safety Rule of Electricity) বলা হয়।

২৪.১ বৈদ্যুতিক ওয়্যারিংয়ের জন্য গুরুত্বপূর্ণ সাধারণ ইলেকট্রিসিটি রুল: ইলেকট্রিসিটি রুলস অনুযায়ী ওয়্যারশপ, ব্যবসায় প্রতিষ্ঠান, বাসা-বাড়ি, কলকারখানায় ইত্যাদি ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক কাজে যে সমস্ত বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা বিধিসমূহ রয়েছে সেগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো-

- ১। সতর্কতা বিজ্ঞপ্তি।
- ২। বিভিন্ন ভোল্টেজের সার্কিট চিহ্নিতকরণ ব্যবস্থা থাকবে।
- ৩। সিস্টেম রক্ষাকারী সরঞ্জামসমূহ বসানো থাকবে।
- ৪। বৈদ্যুতিক আঘাত প্রাপ্ত ব্যক্তিদের সঠিক চিকিৎসা করার নির্দেশনা থাকবে।
- ৫। দুর্ঘটনাসমূহের বিবরণ জ্ঞাপন দেওয়া থাকবে।
- ৬। গ্রাহকের বৈদ্যুতিক স্থাপনা পরীক্ষার নির্দিষ্ট সময় উল্লেখ করা থাকবে।
- ৭। ত্রুটি সম্পর্কে পরিদর্শকের নিকট আবেদন এর নিয়ম থাকবে।
- ৮। গ্রাহকের সরবরাহ করা ঘোষিত ভোল্টেজ উল্লেখ থাকবে।
- ৯। মিটার ও কাট আউট সিল করা থাকবে।
- ১০। ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করতে হবে।
- ১১। প্রাথমিক চিকিৎসার সরঞ্জামাদির ব্যবস্থা রাখা আবশ্যিক।
- ১২। সার্ভিস লাইন নিয়ম মোতাবেক স্থাপন করা প্রয়োজন।
- ১৩। বৈদ্যুতিক ইনস্টলেশন সঠিকভাবে আর্থিং করা আবশ্যিক।
- ১৪। প্রয়োজনীয় স্থানে সঠিকমানের সার্কিট ব্রেকার ও ফিউজ লাগানো থাকবে।
- ১৫। পাওয়ার সার্কিটে যথাযথভাবে গুণগত মানের সরঞ্জাম লাগানো থাকবে।
- ১৬। সাব-সার্কিটে নিয়ম মোতাবেক, অর্থাৎ প্রতি সাব-সার্কিটে ৮০০ ওয়াট থেকে ১০০০ ওয়াট বা ৮ থেকে ১০ টি পয়েন্ট সংযোগ করা প্রয়োজন।
- ১৭। তারের সাইজ এমন হতে হবে যেন তা নিরাপদে লোড কারেন্ট বহন করতে পারে।
- ১৮। সুইচ বোর্ডের সামনে কমপক্ষে ১ মিটার পরিমাণ খালি জায়গা রাখতে হবে এবং সুইচ বোর্ড ঘরের মেঝে হতে ১.২৫ মিটার উচুতে স্থাপন করতে হবে।
- ১৯। সিলিং ফ্যান মেঝে থেকে ২.৭০ মিটার উপরে ঝুলাতে হবে, যা নিরাপদ হবে।
- ২০। পাওয়ার সার্কিটে ৩০০০ ওয়াট বা দুইয়ের বেশি পয়েন্ট হবে না,
- ২১। আর্থ কন্টিনিউয়িটি তারের সাথে কোন ফিউজ বা সুইচ লাগানো যাবে না।
- ২২। প্রতিটি লোড আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থা থাকতে হবে।
- ২৩। ফিউজ ও সুইচ ফেজ তারে লাগাতে হবে ইত্যাদি।

২৪.২ ইলেকট্রিশিয়ানদের জন্য গুরুত্বপূর্ণ নিরাপত্তা বিধি: ইলেকট্রিশিয়ান গণ মূলত বৈদ্যুতিক স্থাপনার কাজ হাতে কলমে করে থাকে। বৈদ্যুতিক এ কাজসমূহে অনেক ক্ষেত্রেই জীবনের ঝুঁকি থাকে। নিরাপত্তাজনক কাজ করতে যে নিরাপত্তা বিধিগুলো ইলেকট্রিশিয়ানদের জন্য খুব প্রয়োজন, সেগুলো নিম্নরূপ।

১। বৈদ্যুতিক কাজ সর্বদা সাবধানে করতে হবে।

২। বৈদ্যুতিক লাইন বা যন্ত্রপাতিতে কাজ করার আগে সেগুলোকে সঠিকভাবে আর্থ করে বা অন্যভাবে তড়িৎ মুক্ত করে নিতে হবে। কাছাকাছি অন্য কোন বিশজ্ঞনক লাইভ লাইন থাকলে তাকেও তড়িৎ মুক্ত করে নিতে হবে। নজর রাখতে হবে, সেগুলো যেন কাজের সময় নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থায় অসুবিধা না ঘটায়।

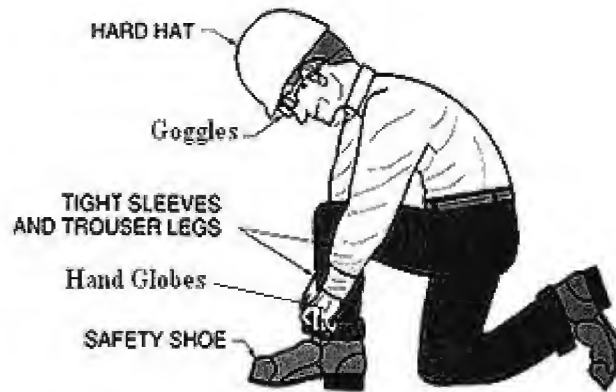
৩। কোন বাড়িতে বা অফিস, আদালতে ইলেকট্রিক্যাল কাজ করার সময় ঐ বাড়িতে ওয়্যারিংয়ের তার বা ক্যাবলে ইনসুলেশন রেজিস্টারের মান পরিমাপ করে দেখতে হবে, যাতে ১ মেগাওহমের চেয়ে কম না হয়।

৪। বৈদ্যুতিক শোভাসমূহ সুইচের মাধ্যমে সংযোগ করতে হবে।

৫। কোন লাইভ লাইনে কাজ করার পূর্বে উহার সরবরাহ সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে নিতে হবে এবং বিচ্ছিন্নকরী ডিসাইস সেধে নিশ্চিত হতে হবে এবং কাজ করা পৰ্ব্বত তা নিশ্চিত থাকবে।

৬। কোন বিচ্ছিন্ন বা নবনির্মিত লাইন বিদ্যুৎ সংযোগ করার পূর্বে অবশ্যই লাইনে কেহ কাজ করছে না এই মর্মে নিশ্চিত হতে হবে।

৭। বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করার সময় রবার গ্লোবস রবারের ক্ষুতা, এগ্রোন ও সেকটি হেলোমেট ইত্যাদি ব্যবহার করতে হবে, যা নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে।



চিত্র ২৪.১: কাজের জন্য প্রস্তুত একজন ইলেকট্রিশিয়ান।

৮। জুঁমি হতে উপরে কোন স্থানে কিংবা শোলে বা টাঙারারে বৈদ্যুতিক কাজ করতে সেকটি বেন্ট পড়তে হবে।

৯। কোন সার্কিটের ফিউজ পরিবর্তনের সময় অবশ্যই সার্কিটের সমস্ত লোড অফ করে নিতে হবে।

১১। বৈদ্যুতিক কাজের জন্য যে সমস্ত সরঞ্জাম (ইলেকট্রিক হ্যান্ড ট্রিল, ইলেকট্রিক হ্যান্ড-গ্রাইন্ডার ইত্যাদি) ব্যবহারের পূর্বে উহার আর্থিং সংযোগ এবং সেকটি আর্থিং ব্যবস্থা ঠিক আছে এই মর্মে নিশ্চিত হতে হবে।

১২। যে অংশে বৈদ্যুতিক কাজ করতে হবে সে অংশে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে নিতে হবে। সুইচ অফ করা সম্ভব নয় এরূপ ক্ষেত্রে ঢকনা কাঠ বা রবারের উপর দাঁড়িয়ে অর্থাৎ বড়ি আর্থ মুক্ত রেখে কাজ করতে হবে।

১৩। যে সমস্ত বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারে কাজ করা হবে সেগুলো বা ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও টুলসমূহের মান উন্নত হওয়া বাঞ্ছনীয়। ভালো যন্ত্রপাতি নিয়ে ভালো কাজ হবে এবং নিরাপত্তা বজায় থাকবে।

২৪.৩ লাইভ লাইন মেইনটেন্যান্সের জন্য নিরাপত্তা কর্মপদ্ধতি: যে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ বিদ্যমান থাকে এবং আর্থের সঙ্গে তড়িৎ এর বিভব বৈষম্য থাকে, তাকে লাইভ লাইন বলে। অনেক ক্ষেত্রে লাইন চালু অবস্থায় লাইনে কাজ করতে হয়। বিদ্যুৎ উৎপাদনকারী সংস্থার অভিযোগ শাখা প্রায়ই লাইভ লাইনে কাজ করে বা করতে হয়। কারণ বৈদ্যুতিক মেরামতে লাইন বন্ধ করে কাজ করতে হলে তা সিস্টেম কে নিরবচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সাপ্লাই দিতে পারবে না। সেজন্য লাইভ লাইনে কাজ করার সময় একজন ইলেকট্রিশিয়ানকে নিম্নলিখিত বিষয়ে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

১। কাজ করতে সর্বদা সাবধানে থাকতে হবে।

২। লাইভ লাইনে কাজ করার সময় একজন ইলেকট্রিশিয়ানকে বিদ্যুৎ এর আঘাত হতে রক্ষা পাওয়ার জন্য অবশ্যই সেফটি হ্যান্ড গ্লোবস ব্যবহার করতে হবে।

৩। বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করার জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি ও টুলসসমূহের ইনসুলেশন এর মান উন্নত হতে হবে।

৪। বৈদ্যুতিক লাইনে কাজ করার সময় রবার গ্লোবস, রবারের জুতা, এপ্রোন ও শক্ত হেলোমেট ইত্যাদি ব্যবহার করতে হবে।

৫। ভূমি হতে উপরে কোন স্থানে কিংবা পোলে বা টাওয়ারে বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় অবশ্যই সেফটি বেল্ট ব্যবহার করতে হবে।

৬। লাইভ লাইনে কাজ করতে সংযোগ করার সময় অধিক সাবধান হতে হবে যেন, স্পার্কিং এ একাধিক সমস্যা না হয়।

২৪.৪ দুর্ঘটনা সংক্রান্ত রিপোর্ট: বৈদ্যুতিক কাজ করার সময় খুব সাবধান থেকে দুর্ঘটনা এড়ানো খুবই প্রয়োজন; তারপরও কিছু দুর্ঘটনা ঘটবে বা ঘটতে পারে। দুর্ঘটনা পরবর্তী যে লিখিত দলিল বা পত্র দেয়া হয় সেখানে দুর্ঘটনার কারণসহ যাবতীয় তথ্যাদি থাকবে। লিখিত এ দলিলকেই দুর্ঘটনা সংক্রান্ত রিপোর্ট বলে। দুর্ঘটনার পরবর্তী সময়ে একজন ইলেকট্রিশিয়ানের যে কাজ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ তা হলো দুর্ঘটনা সংক্রান্ত রিপোর্ট তৈরি। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনায় বিদ্যুৎ কর্মী বা অবকাঠামোর ক্ষতি হতে পারে, সে বিষয়গুলো চিন্তা করে রিপোর্ট লিখতে হবে, যাতে করে ইনসুরেন্স কোম্পানি নিয়ম মোতাবেক সঠিক সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে পারে। প্রয়োজন হলে শ্রম-আদালত এই রিপোর্ট হতে সঠিক তথ্য লাভে ব্যবস্থা নিতে পারে। অতএব বলা যায়, দুর্ঘটনা সংক্রান্ত রিপোর্টের গুরুত্ব এবং প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম। রিপোর্টে যে তথ্যগুলো থাকবে—

১। দুর্ঘটনার কারণ সংক্ষিপ্তভাবে থাকবে।

২। কীভাবে দুর্ঘটনা এড়ানো যেত তার সংক্ষিপ্ত বিবরণ।

৩। ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ।

৪। ক্ষয়ক্ষতি কম হতো যেভাবে তার বিবরণ।

৫। ভবিষ্যৎ করণীয় যাতে অনুরূপ দুর্ঘটনা না ঘটে।

কোন দুর্ঘটনার রিপোর্ট ছক আকারে ফরমে থাকলে এটি বুঝতে সহজ হয়। নিম্নে একটি দুর্ঘটনা ফর্ম রিপোর্টের নমুনা ছক দেওয়া হলো।

দুর্ঘটনার রিপোর্ট

- ১। আহত কর্মচারীর নাম :-----
- ২। পদবি বা আইডি নং :-----
- ৩। দপ্তর/ বিভাগ :-----
- ৪। নিজ ঠিকানা :-----
----- মোবা: নং-----
- ৫। বৈবাহিক অবস্থা :-----
- ৬। পারিবারিক বিস্তারিত তথ্য:-----

- ৭। চাকুরীর বিস্তারিত বিবরণ:-----
- ৮। দুর্ঘটনার তারিখ :----- সময়:----- স্থান:-----
- ৯। দুর্ঘটনার বিবরণ :-----

- ১০। গৃহীত নিরাপত্তা ব্যবস্থা:-----
- ১১। নিরাপত্তা আইন মানা হয়েছিল কীনা? -----

- ১২। কীভাবে এই দুর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব হত?:-----
- ১৩। প্রাথমিক চিকিৎসার বিবরণ:-----

- ১৪। চিকিৎসায় কি পরিমাণ অর্থ ব্যয় হয়েছে?-----
- ১৫। দুর্ঘটনার সময় /সাক্ষীর নাম, ঠিকানা ও বক্তব্য:

- ১৬। দায়ীত্ব প্রাপ্ত কর্মকর্তার নাম ও পদবি ও মন্তব্য:-----

প্রয়োজনীয় তথ্য আলাদাভাবে সংযুক্ত করা যাবে।

তারিখ:

স্বাক্ষর:

নাম:-----

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। যে পদ্ধতিতে নিজেকে বিপদমুক্ত রেখে বৈদ্যুতিক কার্য সুষ্ঠুভাবে সমাধা করা যায় তাকে কী বলে?
- ২। সুইচ বোর্ডের তলদেশ ঘরের মেঝে হতে কত মিটার উপরে হতে হবে?
- ৩। কোন বিচ্ছিন্ন লাইন বিদ্যুতায়িত করার পূর্বে কী বিষয়ে নিশ্চিত হতে হবে?
- ৪। সাব-সার্কিটে কত লোড সংযুক্ত থাকে?
- ৫। সিলিং ফ্যান কত উচুতে স্থাপন করতে হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর জন্য ইলেকট্রিসিটি রুলস বা বিধি বলতে কী বোঝায়?
- ২। ইলেকট্রিসিটি রুলস বা বিধি ইলেক্ট্রিশিয়ানদের জন্য জানার প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৩। দুর্ঘটনা সম্পর্কিত রিপোর্ট বলতে কী বোঝায়?
- ৪। দুর্ঘটনা সম্পর্কিত রিপোর্টের গুরুত্ব এবং প্রয়োজনীয়তা নমুনাসহ ব্যাখ্যা কর।
- ৫। লাইভ লাইনে কাজ করার নিরাপত্তার বিষয়গুলো উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা সংঘটনের কারণ কী কী?
- ২। বৈদ্যুতিক কাজ করতে একজন কর্মীকে কী কী বৈদ্যুতিক বিধি মেনে চলতে হয় বর্ণনা কর।
- ৩। লাইভ লাইনে কাজ করার সময় একজন বৈদ্যুতিক কর্মীকে কী কী নিরাপত্তা কর্মপদ্ধতি অবলম্বন করতে হবে লেখ।

পঞ্চবিংশ অধ্যায়

প্রজেক্ট তৈরি

Making a Project

২৫.১ **প্রজেক্ট:** প্রজেক্ট এর আভিধানিক অর্থ প্রকল্প যার সঙ্গে প্রযুক্তি ও জনকল্যাণ বিষয়টি জড়িত। কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার্থীদের ক্ষেত্রে তাদের উদ্ভাবনী মেধা ও মননশীলতার উন্মোচন ঘটিয়ে বিষয়টির সঙ্গে প্রযুক্তির আধুনিক বিকল্প কৌশল যুক্ত করে নতুন কিছু উদ্ভাবন করা বা দামী প্রচলিত বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রনিক ব্যবহারিক যন্ত্রের সার্কিটকে রি-মডেলিং করে যন্ত্রটি মানসম্মত ও ইকোনোমি করে সর্বসাধারণের সহজ ব্যবহারযোগ্য করে বাজারজাত করা।

শিক্ষার্থীরা প্রজেক্ট এর আভিধানিক অর্থ হলো নিজের উন্মুক্ত চিন্তাধারা দ্বারা একটি প্রজেক্ট কল্পনা করবে। প্রজেক্টের সার্কিট চিত্র অঙ্কন করে শ্রেণি শিক্ষককে দেখাবে। সেই মোতাবেক মালামাল ও যন্ত্রপাতি স্টোর হতে সংগ্রহ করে সার্কিট তৈরি করবে। কল্পনা করা প্রজেক্টটি শ্রেণি শিক্ষক মাল্টিমিডিয়া প্রজেক্টরের মাধ্যমে প্রদর্শন করবে।

২৫.২ **প্রজেক্ট তৈরির গুরুত্ব:** নিজস্ব চিন্তা ধারায় নতুন কিছু জানা, শেখা ও করা শিক্ষার্থীদের মনের একটি সহজাত প্রবৃত্তি। বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রনিক ব্যবহারিক যন্ত্রের সার্কিটকে ঘিরে তাদের আগ্রহ অনেক বেশি। এ আকাঙ্ক্ষাকে সমুন্নত রেখে নতুন কিছু করা বা আবিষ্কারের মধ্যে নিজেকে নিয়োজিত করে আধুনিক প্রযুক্তি ব্যবহারের কৌশল মেধা ও মননশীলতার উন্মোচন ঘটাবে এবং তার উদ্ভাবনী শক্তি তাকে আধুনিক দৃষ্টি সম্পন্ন মানুষ হিসেবে গড়ে উঠতে সাহায্য করবে।

শিক্ষার্থী নিজেরা প্রজেক্ট তৈরি করলে তাদের জানা এবং শেখার আগ্রহ ও উৎসাহ অনেক বেড়ে যাবে। সঠিকভাবে নির্বাচিত প্রজেক্ট তৈরি করলে বা করতে পারলে ব্যবহারিক কাজে দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে। তাই বলা যায়, সীমিত সম্পদের সুষ্ঠু ব্যবহার নিশ্চিত করতে এবং অসীম অভাবকে মোকাবেলা করার জন্য প্রজেক্ট তৈরির গুরুত্ব অপরিসীম।

২৫.৩ **প্রজেক্ট তৈরিতে সতর্কতা:** এ প্রজেক্ট তৈরিতে নিম্নলিখিত সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে-

- ১। মানসম্মত প্রজেক্ট নির্বাচন করতে হবে।
- ২। প্রজেক্টটি ইকোনমি ও গ্রহণযোগ্য হতে হবে।
- ৩। প্রজেক্টে লাইন দেওয়ার পূর্বে ভালোভাবে সংযোগ হয়েছে কিনা তা দেখতে হবে।

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২

ব্যবহারিক অংশ

১ম পত্র (নবম শ্রেণি)

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২

প্রথম পত্র

সূচিপত্র

জব তালিকা (প্রতিটি ক্লাশ তিন পিরিয়ডের)

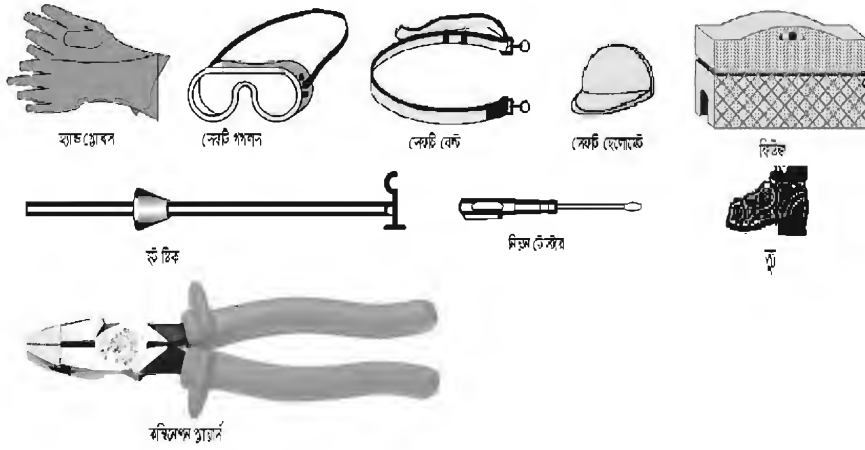
জব নং	জবের নাম	ক্লাশ	পৃষ্ঠা নং
১	ইলেকট্রিক্যাল কাজে নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামালের সঠিক ব্যবহার করার দক্ষতা অর্জন।	১	১৭০
২	ইলেকট্রিক্যাল হ্যান্ড টুলস শনাক্তকরণ ও সেগুলোর ব্যবহার বিষয়ে দক্ষতা অর্জন।	২	১৭১
৩	বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ফিটিংস শনাক্তকরণ ও সঠিক ব্যবহার করার দক্ষতা অর্জন।	২	১৭২
৪	বিভিন্ন তার ও ক্যাবল (ধরন, সাইজ, কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড) শনাক্তকরণ ও ওয়্যার গেজের সাহায্যে বিদ্যুৎ পরিবাহীর সাইজ নির্ণয়ে দক্ষতা অর্জন।	২	১৭৪
৫, ৬ ও ৭	এক হারা (খঁই) তার দিয়ে (ক) পিগ টেইল জয়েন্ট, (খ) টি জয়েন্ট, (গ) বেল হেঙ্গার জয়েন্ট তৈরি করা	৬	১৭৬
৮ ও ৯	বহু হারা তার দিয়ে (ক) ম্যারিড জয়েন্ট, (খ) ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট, (গ) ডুপলেক্স জয়েন্ট তৈরিকরণ।	৪	১৭৭
১০	বৈদ্যুতিক জয়েন্ট সোল্ডারিং এবং টেপিংকরণ।	২	১৭৯
১১	চ্যানেল আটকানো এবং উহাতে তার/ক্যাবল স্থাপনের দক্ষতা অর্জন।	৩	১৮০
১২	জাংশন বাক্সে তারের সংযোগকরণ।	২	১৮২
১৩	ওয়্যারিং বোর্ডে ১টি সুইচ দ্বারা ১টি বাতি নিয়ন্ত্রণের চ্যানেল ওয়্যারিং করার দক্ষতা অর্জন।	২	১৮৩
১৪	টিউব লাইট সংযোগ করার দক্ষতা অর্জন।	২	১৮৫
১৫	১টি বৈদ্যুতিক এনার্জি বাতি, ১ টি ফ্যান, ১ টি সকেট সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল ওয়্যারিং করার দক্ষতা অর্জন।	৩	১৮৭
১৬	তিনটি ইন্ডিকেটর বাতিসহ তিন জায়গা থেকে নিয়ন্ত্রণের ১ টি কলিং বেল চ্যানেল ওয়্যারিং এর মাধ্যমে স্থাপন করার দক্ষতা অর্জন।	৩	১৯০
১৭	বোর্ডে একটি টিউব লাইট, একটি সিলিং ফ্যান আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণের চ্যানেল ওয়্যারিং।	৩	১৯৩
১৮	ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল ওয়্যারিং এর মাধ্যমে ২ টি SPDT সুইচ ব্যবহারে ১ টি বাতি স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থাকরণ।	২	১৯৬
১৯	ওয়্যারিং বোর্ডে চৌ-রাস্তায় ট্রাফিক কন্ট্রোল সার্কিট স্থাপনকরণ।	৩	১৯৮
২০	২টি বৈদ্যুতিক এনার্জি সেভিং ল্যাম্প, ২ টি টিউব লাইট, ২ টি তিন পিন সকেট, ২ টি কলিং বেল, ২ টি ফ্যান এর জন্য ফিউজ, মেইন সুইচ, জাংশন বক্স দিয়ে পিভিসি কন্ডুইট ওয়্যারিং করার দক্ষতা অর্জন।	৩	২০০
২১	প্লেট আর্থিং বা আর্থ ইলেকট্রোড বসানো এবং আর্থ রেজিস্ট্যান্স টেস্ট/পরিমাপকরণ।	৩	২০৩
২২	বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর টেস্টসমূহ- (ক) কন্টিনিউয়িটি টেস্ট, (খ) সুইচের পোলারিটি টেস্ট (গ) ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট/পরিমাপকরণ	২	২০৬
২৩	ধাতব বার (তামা/ লোহা) দিয়ে বিভিন্ন ধরনের বাসবার তৈরি করা।	২	২০৯
২৪	ওয়্যারিং বুথে দুই রুম বিশিষ্ট একটি বাসগৃহে চ্যানেল পদ্ধতিতে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করা।	৩	২১০
২৫	ওয়্যারিং বুথে দুই রুম বিশিষ্ট একটি বাসগৃহের ন্যায় কনসিড কন্ডুইট পদ্ধতিতে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করা।	৩	২১৩
২৬	প্রজেক্ট তৈরির দক্ষতা অর্জন করা।	৩	২১৬

জব নং: ০১

জবের নাম: ইলেকট্রিক্যাল কাজে নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামালের সঠিক ব্যবহার করার দক্ষতা অর্জন।

জবের উদ্দেশ্য: বিশেষভাবে বৈদ্যুতিক কাজে নিরাপত্তা প্রথম। ইলেকট্রিক্যাল কাজ করতে একজন ইলেকট্রিশিয়ানকে যে সমস্ত জনিত পোশাক ও মালামাল ব্যবহার করতে হয় সেগুলো চেনতে হবে এবং সঠিক ব্যবহার জানতে হবে। নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামালের সঠিক ব্যবহার কাজকে সহজ ও নিরাপত্তা প্রদান করে। যে কোন ইলেকট্রিক্যাল কাজ নিরাপদে, সহজে এবং সঠিকভাবে করার জন্যই নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামালে এর ব্যবহার বিষয়ে দক্ষতা অর্জনে এ জবের উদ্দেশ্য।

প্রয়োজনীয় নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামালের তালিকা:



কাজের ধারা: এ জবের উদ্দেশ্য পূরণে নিচের কাজগুলো করতে হবে।

১. একজন ইলেকট্রিশিয়ান যে সমস্ত নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামাল ব্যবহার করে কাজ করতে হবে সেগুলোর তালিকা তৈরি করতে হবে।
২. তালিকা মোতাবেক নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
৩. প্রত্যেকটি নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামাল এর ব্যবহার প্রয়োগ করতে হবে, প্রয়োগ বিষয়ে দক্ষতা অর্জন করতে হবে এবং ব্যবহারে সতর্কতা শিখতে হবে।
৪. নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামালের রক্ষণাবেক্ষণ করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে বিষয়সমূহে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

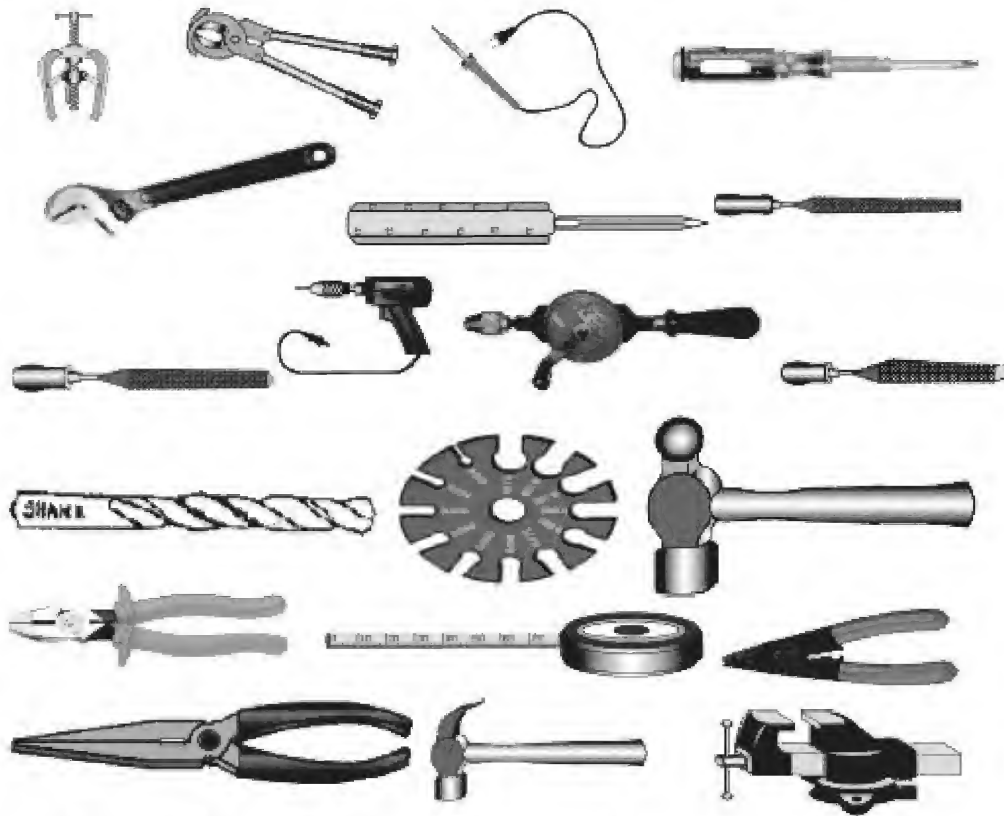
১. নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামাল ব্যবহারে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে, যেন দুর্ঘটনা না ঘটে।
২. যে কাজের জন্য যে ধরনের ও সাইজের নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামালের প্রয়োজন সে কাজে সেই নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামাল ব্যবহার করতে হবে।
৩. নিরাপত্তা জনিত পোশাক ও মালামালের রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে জানবে এবং তা করবে।

অব সঃ ০২

অবের নাম: ইলেকট্রিক্যাল হ্যান্ড টুলস শনাক্তকরণ ও সেতলোর ব্যবহার বিষয়ে দক্ষতা অর্জন।

অবের উদ্দেশ্য: ইলেকট্রিক্যাল কাজ করতে ংকজন ইলেকট্রিশিয়ানকে যে সমস্ত হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করতে হয় সেতলো তেনতে হবে ংবং সঠিক ব্যবহার ংনতে হবে। হ্যান্ড টুলস ংর সঠিক ব্যবহার কাজকে সহজ ং সুন্দর করে। যে কোন ইলেকট্রিক্যাল কাজ নিরাপদে, সহজে ংবং সঠিকভাবে করার ংন্যই হ্যান্ড টুলস ংর ব্যবহার বিষয়ে দক্ষতা অর্জনে ং অবের উদ্দেশ্য।

ংরোজনীয় বস্তুপাতি:



কাজের ংরা: ং অবের উদ্দেশ্য পূরণে নিচের কাজতলো করতে হবে।

১. ংকজন ইলেকট্রিশিয়ান যে সমস্ত হ্যান্ড টুলস ব্যবহার করে সেতলোর তালিকা তৈরি করতে হবে।
২. তালিকা ংতাবেক হ্যান্ড টুলস ংগ্রহ করতে হবে।
৩. ংত্যেকটি হ্যান্ড টুলস ংর ব্যবহার ংরোণ করতে হবে, ংরোণ বিষয়ে দক্ষতা অর্জন করতে হবে ংবং ব্যবহারে সতর্কতা ংখতে হবে।
৪. হ্যান্ড টুলস ংমূহের রক্ষণাবেক্ষণ করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে বিষয়সমূহে সতর্কতা অবলম্বণ করতে হবে।

১. হ্যান্ড টুলস ব্যবহারে সতর্কতা অবলম্বণ করতে হবে, যেন দুর্ঘটনা না ঘটে।
২. যে কাজের ংন্ত যে ধরনের ং সাইজের হ্যান্ড টুলস ংরোজন সে কাজে সেই টুলস ব্যবহার করতে হবে।
৩. টুলস ংর রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে ংনবে ংবং তা করবে।

অব নং: ০৩

অবের নাম: বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ফিটিংস শনাক্তকরণ ও সঠিক ব্যবহার করার দক্ষতা অর্জন।

অবের উদ্দেশ্য: ইলেকট্রিক্যাল কাজ করতে একজন ইলেকট্রিশিয়ানকে যে স্থানে যে ধরনের মালামাল ব্যবহার করতে হয় সেগুলো চেনতে হবে এবং সঠিক ব্যবহার জানতে হবে। কারণ মালামালের সঠিক ব্যবহার বৈদ্যুতিক নিরাপত্তা, অর্থ সাশ্রয়, স্থায়ীকৃত প্রদান, সৌন্দর্য বৃদ্ধি করে। এ ছাড়াও মালামালের সঠিক ব্যবহার কাজকে সহজ ও নিরাপত্তা প্রদান করে।

প্রয়োজনীয় বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ফিটিংস এর তালিকা:



পুশ বাটন সুইচ



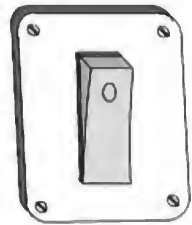
টাম্বলার সুইচ পিচানো



টাম্বলার সুইচ



বেড সুইচ



টাম্বলার সুইচ পাওয়ার সুইচ



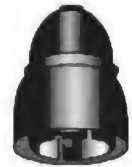
জু ক্যাপ হোল্ডার



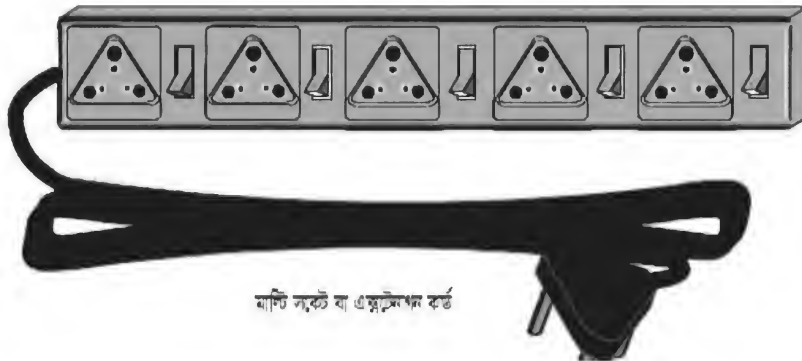
ব্রাকেট হোল্ডার



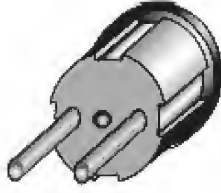
ব্যাটেন হোল্ডার



বেবনেট ক্যাপ হোল্ডার



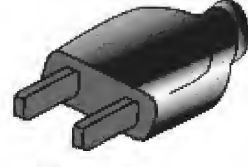
মাল্টি সকেট বা এক্সটেনশন কর্ড



টু-পিন প্লাগ



টু-পিন প্লাগ



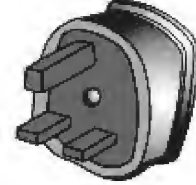
টু-পিন প্লাগ



থ্রি-পিন প্লাগ



থ্রি-পিন প্লাগ



থ্রি-পিন প্লাগ

কাজের ধারা: এ জবের উদ্দেশ্য পূরণে নিচের কাজগুলো করতে হবে।

১. একজন ইলেকট্রিশিয়ান যে সমস্ত বৈদ্যুতিক কিটিংস ব্যবহার করে কাজ করতে হবে সেগুলোর তালিকা তৈরি করতে হবে।
২. তালিকা মোতাবেক বৈদ্যুতিক কিটিংস ও মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
৩. প্রত্যেকটি বৈদ্যুতিক কিটিংস ও মালামাল এর ব্যবহার প্রয়োগ করতে হবে, প্রয়োগ বিষয়ে দক্ষতা অর্জন করতে হবে এবং ব্যবহারে সতর্কতা শিখতে হবে।
৪. বৈদ্যুতিক কিটিংস ও মালামালের রক্ষণাবেক্ষণ জানতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে বিষয়সমূহে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

১. বৈদ্যুতিক কিটিংস ও মালামাল ব্যবহারে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে, যেন দুর্ঘটনা না ঘটে।
২. যে কাজের জন্য যে ধরনের ও সাইজের বৈদ্যুতিক কিটিংস ও মালামালের প্রয়োজন সে কাজে সেই বৈদ্যুতিক কিটিংস ও মালামাল ব্যবহার করতে হবে।
৩. বৈদ্যুতিক কিটিংস ও মালামালের রক্ষণাবেক্ষণ সম্পর্কে জানবে এবং তা করবে।

জব নং: ০৪

জবের নাম: বিভিন্ন তার ও ক্যাবল (ধরন, সাইজ, কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড) শনাক্তকরণ ও ওয়্যার গেজের সাহায্যে বিদ্যুৎ পরিবাহীর সাইজ নির্ণয়ে দক্ষতা অর্জন।

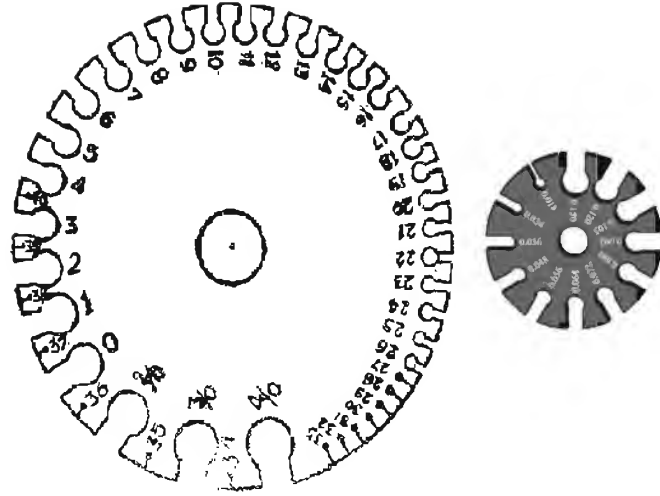
উদ্দেশ্য: বিভিন্ন কাজে বিভিন্ন ধরনের ও বিভিন্ন সাইজের তার ও ক্যাবলের প্রয়োজন হয়। যে কাজে যে ধরনের ও সাইজ এবং ভোল্টেজ গ্রেডের তার বা ক্যাবল প্রয়োজন সে কাজে সে ধরনের পরিবাহীই ব্যবহার করা প্রয়োজন। এ কাজটি সঠিকভাবে করতে না শিখলে কাজের মান নিম্ন হবে বা খরচ বেশি হবে। সঠিক তার ও ক্যাবল সংগ্রহ এবং সেগুলোর কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড বিষয়ে দক্ষতা অর্জন করার এ জবের উদ্দেশ্য, যা বাস্তব ক্ষেত্রে কাজে লাগবে। তাছাড়া পরিবাহীর কারেন্ট বহন ক্ষমতা উহার সাইজের উপর নির্ভর করে। বৈদ্যুতিক কাজে যে সাইজের পরিবাহী প্রয়োজন তার চেয়ে মোটা তার ব্যবহার করলে ব্যয় বেশি হবে যার কোন সুবিধা নেই। আবার তার প্রয়োজনের চেয়ে সরু হলে কারেন্ট বহনে সক্ষম হবে না, তার দ্রুত নষ্ট হবে বা



পুড়ে যাবে। সেজন্য ব্যবহৃত তারের সাইজ সঠিক হওয়া প্রয়োজন। সঠিকভাবে তারের সাইজ নির্ণয়ে দক্ষতা অর্জনের লক্ষ্যে পরীক্ষাটি ওয়্যার গেজের সাথে করা প্রয়োজন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল: এ জবটি সম্পন্ন করতে নিম্নলিখিত যন্ত্রপাতি ও মালামালগুলো প্রয়োজন হবে-

- ১। বিভিন্ন সাইজের পরিবাহী
- ২। স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ
- ৩। ইলেকট্রিশিয়ান শাইক
- ৪। ওয়্যার ক্লিপার
- ৫। পিভিসি তার ইত্যাদি।



চিত্র: স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ

কাজের ধারা: জবটি সুন্দরভাবে করতে নিচের কাজগুলো যথাযথভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। বিভিন্ন ধরন ও সাইজের তার ও ক্যাবল সংগ্রহ করতে হবে।
- ২। তার ও ক্যাবলের ধরন, সাইজ, কারেন্ট বহন ক্ষমতা ও ভোল্টেজ গ্রেড সম্পর্কে সঠিক তথ্য লিখতে হবে।
- ৩। ওয়্যার গেজের ভিতরে তারের একটি করে খেঁই প্রবেশ করাতে হবে যেন ওয়্যার গেজের ছিদ্রের মধ্যে তারের খেঁই সুন্দরভাবে বসে, আবার খুব বেশি টাইট না হয়।
- ৪। ওয়্যার গেজের যে ছিদ্রের ভিতর তারের খেঁই সুন্দরভাবে প্রবেশ করে তার গায়ে লেখা নম্বর থেকে তারে সাইজ বলতে হবে।
- ৫। প্রাপ্ত নম্বরই হবে ঐ তারের গেজ নম্বর, গেজ নং যত বেশি হবে তার তত সরু হবে।

কাজের সতর্কতা: যে সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। ওয়্যারিং কাজে তার বা ক্যাবলের ভোল্টেজ গ্রেড কম হলে ওয়্যারিং দ্রুত নষ্ট হবে। সুতারাং ক্যাবল গ্রেড সম্পর্কে দক্ষতা অর্জন করতে হবে।
- ২। তার বা ক্যাবলের সাইজ কম হলে পরিবাহী বেশি গরম হয়ে ইনসুলেশন নষ্ট হবে। বাড়তি সাইজে খরচ বেশি হবে। এগুলো সতর্কতা মনে রেখে উপরের জবটি যথাযথভাবে করতে হবে।
- ৩। যে পরিবাহীর সাইজ নির্ণয় করতে সে পরিবাহী সহজেই ওয়্যার গেজের ছিদ্রের সহজেই মধ্যে ঢুকতে হবে।
- ৪। পরিবাহী ইনসুলেশন মুক্ত হতে হবে।
- ৫। খেনযুক্ত পরিবাহীর খেঁই এর সাইজ মাপতে হবে।

জব নং: ৫, ৬ এবং ৭

জবের নাম: এক হারা (খেই) তার দিয়ে (ক) পিগটেনল জয়েন্ট, (খ) টি জয়েন্ট, (গ) বেল হেঙ্গার জয়েন্ট তৈরি করা।

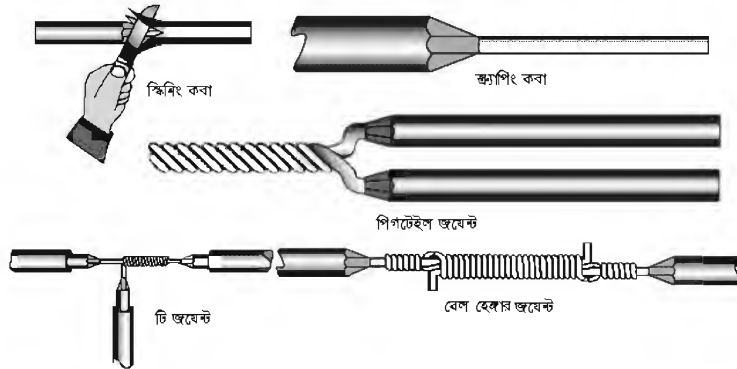
উদ্দেশ্য: এশহারা তার দিয়ে পিগটেনল জয়েন্ট, টি জয়েন্ট ও বেল হেঙ্গার জয়েন্ট তৈরি করার দক্ষতা অর্জন ও বাস্তবে ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ জবে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন, সেগুলো-

১। ইলেকট্রিশিয়ান চাকু	২। কমিশনেশন প্লায়ার্স
৩। সাইড কাটিং প্লায়ার্স	৪। লং নোজ প্লায়ার্স
৫। স্টিল রুলার	৬। ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স।

প্রয়োজনীয় মালামাল: এ জবে যে সমস্ত মালামার প্রয়োজন সেগুলো-

- ১। পিভিসি সিঙ্গেল খেই বিশিষ্ট তার (২.৫ বর্গ মি. মি. প্রস্থচ্ছেদ ১/১.৭৮ মি. ডম.),
- ২। এমারি পেপার।



কাজের ধারা: উপরের চিত্রানুযায়ী নির্দিষ্ট জয়েন্ট করতে যে কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হবে।

- ১। প্রথমে নির্দিষ্ট তার সংগ্রহ করতে হবে।
- ২। প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের তার কাটতে হবে।
- ৩। তারের এক প্রান্তের প্রয়োজনীয় ইনসুলেশন মুক্ত (ক্ষিনিং) করতে হবে।
- ৪। ইনসুলেশন মুক্ত তারের অংশটি পরিষ্কার (জ্যাপিং) করতে হবে।
- ৫। চিত্রানুযায়ী হাতের সাহায্যে তারের জয়েন্ট সম্পাদন করতে হবে।
- ৬। জয়েন্টটি সঠিক হলো কিনা পরীক্ষা করতে হবে।
- ৭। পর্যবেক্ষণে কাজ সঠিক ও মানসম্মত হলে শেষ করতে হবে।

সাবধানতা: এ কাজে যে সাবধানতা মানতে হয়।

- ১। ইনসুলেশন কাটতে চাকু ৪৫ ডিগ্রি কোণে স্থাপন করতে হবে।
- ২। তারের উপর চাকুর আঁচড় না লাগে সে দিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৩। তারের খেই যাতে ভেঙ্গে না যায় সে দিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৪। নিয়ম মোতাবেক জয়েন্ট দিতে হবে।
- ৫। জয়েন্ট শক্ত করে দিতে হবে।

জব নং: ৮ ও ৯

জবের নাম: বহু হারা তার দিয়ে (ক) ম্যারিড জয়েন্ট, (খ) ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট, (গ) ডুপলেক্স জয়েন্ট তৈরিকরণ।

উদ্দেশ্য: বহু হারা তার দিয়ে (ক) ডুপলেক্স জয়েন্ট, (খ) ব্রিটেনিয়া জয়েন্ট, (গ) ম্যারিড জয়েন্ট তৈরি করার দক্ষতা অর্জন ও বাস্তবে ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ জবে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন, সেগুলো-

১। কবিশেশন প্লায়ার্স ১৫ সে. মি. ১টি	২। লং নোজ প্লায়ার্স ১৫ সে. মি. ১টি
৩। ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স-১০ সে. মি. ১টি	৪। ইলেকট্রিশিয়ান চাকু ১০ সে. মি. ১টি
৫। স্টিল রুল ২ মি. ১টি।	

প্রয়োজনীয় মালামাল: এ জবে যে সমস্ত মালামার প্রয়োজন সেগুলো-

- ১। পিভিসি বহু হারা (খেই) বিশিষ্ট তার,
- ২। এমারি পেপার।

কাজের ধারা: উপরের চিত্রানুযায়ী নির্দিষ্ট জয়েন্ট করতে যে কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হবে।

- ১। প্রথমে নির্দিষ্ট তার সংগ্রহ করতে হবে।
- ২। প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের তার কাটতে হবে।
- ৩। তারের এক প্রান্তের প্রয়োজনীয় ইনসুলেশন মুক্ত (স্কিনিং) করতে হবে।
- ৪। ইনসুলেশন মুক্ত তারের খেইগুলো পরিষ্কার (জ্যাপিং) করতে হবে।
- ৫। তারপর পরস্পরের মধ্যে তারের খেইগুলো ইন্টারলক করতে হবে।
- ৬। চিত্রানুযায়ী হাতের সাহায্যে তারের জয়েন্ট সম্পাদন করতে হবে।
- ৭। এক দিক হতে তারগুলো একটা একটা করে হাতের সাহায্যে পেঁচাতে হবে যেন ফাঁক না থাকে।

- ৮। এক দিকে পৌঁচানো শেষ হলে অপর প্রান্তে অনুরূপভাবে পৌঁচাতে হবে এবং অতিরিক্ত তার কর্তন করে ফেলে দিতে হবে।
- ৯। জয়েন্টটি সঠিক হলো কীনা পরীক্ষা করতে হবে।
- ১০। পর্যবেক্ষণে কাজ সঠিক ও মানসম্মত হলে শেষ করতে হবে।

সাবধানতা: এ কাজে যে সাবধানতা মানতে হয়।

- ১। ইনসুলেশন কাটতে চাকু ৪৫ ডিগ্রি কোণে স্থাপন করতে হবে।
- ২। তারের উপর চাকুর আচড় না লাগে সে দিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৩। তারের খেই যাতে ভেঙ্গে না যায় সে দিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৪। দুই টার্নের মধ্যে যেন কোন গ্যাপ না থাকে।
- ৫। নিয়ম মোতাবেক জয়েন্ট দিতে হবে, যেন তা মজবুত হয়।
- ৬। জয়েন্ট শক্ত করে দিতে হবে।

জব নং: ১০

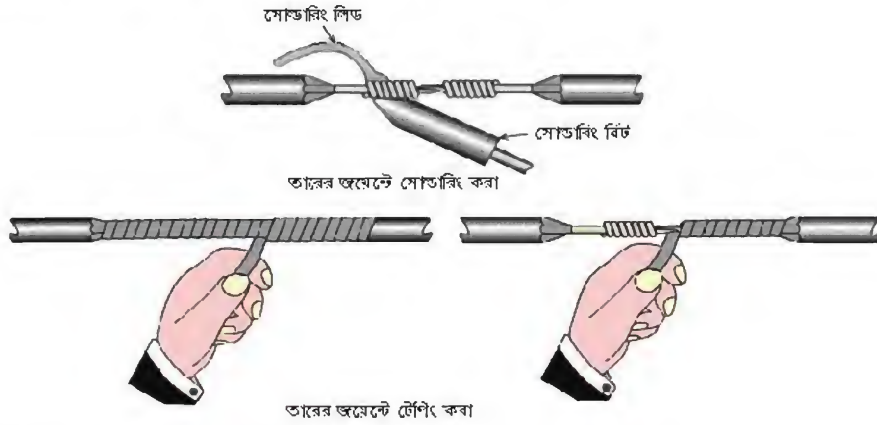
জবের নাম: বৈদ্যুতিক জয়েন্ট সোন্ডারিং এবং টেপিংকরণ।

উদ্দেশ্য: বৈদ্যুতিক তারের সংযোগস্থল সোন্ডারিং এবং টেপিংকরণের বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ জবে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১। ইলেকট্রিশিয়ান চাকু ২। স্ট্যান্ডসহ সোন্ডারিং আয়রন ৩। কবিনেশন প্লায়ার্স ৪। নোজ প্লায়ার্স।

প্রয়োজনীয় মালামাল: এ জবে যে সমস্ত মালামার প্রয়োজন সেগুলো-



১। সোন্ডারিং লিড ২। রজন ৩। প্লাস্টিক ইনসুলেটিং টেপ ৪। এয়ারি পেপার।

কাজের ধারা: উপরের চিত্রানুযায়ী নির্দিষ্ট জয়েন্ট করতে যে কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হবে।

১। সোন্ডারিং লিড, রজন সংগ্রহ করতে হবে।

২। জয়েন্টের উপরিভাগ পরিষ্কার (কিনিং) করতে হবে।

৩। সোন্ডারিং আয়রন প্রয়োজনীয় পরিমাণ গরম করে, রজন দিয়ে সোন্ডার বিট পরিষ্কার করতে হবে।

৪। সংযোগস্থলে লিড ও ফ্লাক্স নিয়ে চিত্রের ন্যায় সোন্ডারিং করতে হবে।

৫। সোন্ডারিং পরীক্ষা করতে হবে।

৬। জয়েন্ট এ টেপ লাগাই, যা চিত্রে দেখানো হয়েছে।

সাবধানতা: এ কাজে যে সাবধানতাগুলো মেনে চলতে হয়-

১। আয়রন বিট ভালোভাবে গরম করে লিড লাগাতে হবে।

২। নন-ইনসুলেটেড স্থান যাতে ভালোভাবে ইনসুলেটেড হয়, সে দিকে খেয়াল রাখতে হবে।

৩। টেপিং এ এক জায়গায় যেন একাধিক প্যাচ না হয় সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।

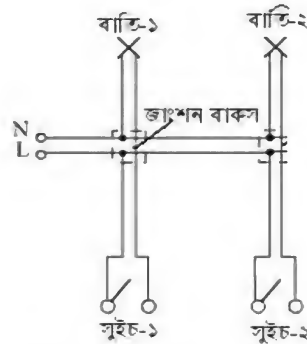
জব নং: ১১

জবের নাম: চ্যানেল আটকানো এবং উহাতে তার/ক্যাবল স্থাপনের দক্ষতা অর্জন।

জবের উদ্দেশ্য: নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর দক্ষতা অর্জনই এ জবের উদ্দেশ্য।

- ১। প্রয়োজনীয় বিভিন্ন মাপের চ্যানেল বাছাই করতে পারবে।
- ২। প্রয়োজনীয় টুলস বাছাই করতে পারবে।
- ৩। রয়েল প্রাণ ও ক্রু দিয়ে চ্যানেল আটকাতে পারবে।
- ৪। চ্যানেলের মধ্যে প্রয়োজনীয় তার/ক্যাবল বসাতে পারবে।
- ৫। চ্যানেলের কভার আটকাতে পারবে।
- ৬। কাজের সময় সতর্কতা অবলম্বন করতে পারবে।

সার্কিট কানেকশন ডায়াগ্রাম: নিচের ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: দেয়ালে চ্যানেল আটকাতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ-

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজারিং টুলস বা পরিমাপক ফিতা	১১	কানেক্টিং ক্রু ড্রাইভার
২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১২	দাগ টানার সুতা
৩	ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স	১৩	ফ্লাট ক্রু ড্রাইভার
৪	ক্রসপিং হ্যামার	১৪	বলপিং হ্যামার
৫	সফট হ্যামার বা মেলেট	১৫	টেনন 'স'
৬	ক্রো হ্যামার	১৬	হ্যান্ড ড্রিল
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	১৭	হ্যাক 'স'
৮	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	১৮	জিমলেট
৯	লং নোজ প্লায়ার্স	১৯	ফিলিপস ক্রু ড্রাইভার।
১০	পৌকার		

প্রয়োজনীয় মালামাল: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।
কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে।

টাম্বলার/ পিয়ানো সুইচ	উড ক্লু
চ্যানেল	তার কাঁটা
জয়েন্ট বক্স	রাওয়াল প্লাগ টুলস
সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)	ওয়্যারিং বোর্ড ইত্যাদি।
পিভিসি তার	

কাজের ধারা: চ্যানেল আটকাতে বা ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট করতে হবে।
- ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। লে-আউট অনুযায়ী সুতার মাধ্যমে রঙিন চকের গুড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
- ৪। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী চ্যানেল, সুইচ বোর্ড, জাংশন বক্স, রাওয়াল প্লাগ, ক্লু ইত্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।
- ৫। লে-আউট অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে (দেয়াল ও ছাদে) চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসানোর জন্য নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী রাওয়াল প্লাগ স্থাপন করতে হবে।
- ৬। ক্লু দিয়ে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
- ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি ক্লু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
- ৮। বাঁকের স্থানে চ্যানেলের কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে।
- ৯। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
- ১০। তারপর প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি লাগাতে হবে।
- ১২। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে।

উল্লিখিত ধাপগুলো ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে।

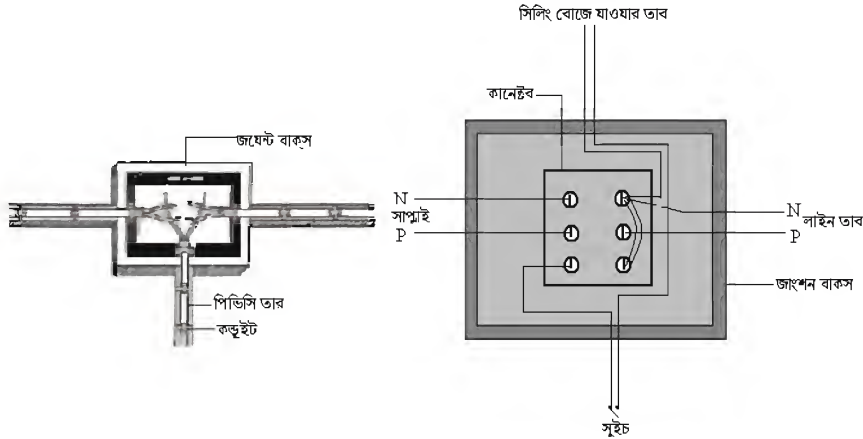
কাজের সতর্কতা: যে সতর্কতাগুলো মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। চ্যানেল সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। সকল হোল্ডার সঠিক দূরত্বে একই সরলরেখায় স্থাপন করতে হবে।
- ৫। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।

জব নং: ১২

জবের নাম: জাংশন বক্সে তারের সংযোগকরণ।

উদ্দেশ্য: জাংশন বক্সের প্রয়োজনীয়তা ও উহাতে তারের সংযোগ দেওয়ার বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন করা।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে সে যন্ত্রপাতিগুলোর প্রয়োজন-

১। স্ট্যান্ডার্ড ওয়্যার গেজ	২। মেজারিং টেপ
৩। ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স	৪। ইনসুলেশন রিমুভার
৫। ওয়্যার স্ট্রিপিং	৬। চাকু
৭। এ্যাভোমিটার	৮। লং নোজ প্লায়ার্স
৯। (ফ্ল্যাট) জু-ডাইভার	১০। পোকর ইত্যাদি।

প্রয়োজনীয় মালামাল: এ কাজে সে মালামালগুলোর প্রয়োজন-

১। পিভিসি তার	২। ইনসুলেটিং টেপ	৩। জু
৪। জাংশন বক্স	৫। থিফল ইত্যাদি।	

কার্যধারা: এ জবে যে কাজগুলো করতে হবে-

- ১। তার শনাক্ত করে নিতে হবে।
- ২। প্রয়োজনীয় দৈর্ঘ্যের ইনসুলেশন অপসারণ করে ভালোভাবে পরিষ্কার করতে হবে এবং প্রয়োজনীয় জয়েন্ট সম্পাদন করতে হবে।
- ৩। জয়েন্টগুলো সোল্ডারিং করতে হবে।
- ৪। সোল্ডারিং করার পর উহার উপর থিফল বসাতে হবে যাতে করে জয়েন্ট খোলা না থাকে।

কাজে সতর্কতা: যে সব বিষয়ে সতর্ক থাকতে হবে-

- ১। তার শনাক্ত খুব সাবধানে করতে হবে।
- ২। জয়েন্ট মজবুত হতে হবে এবং ভালোভাবে ইনসুলেটিং করতে হবে, যাতে কোন প্রকার সর্ট সার্কিট না ঘটে।

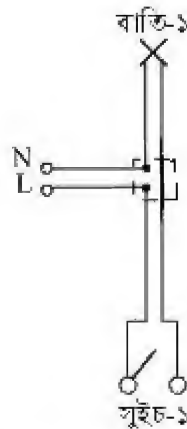
অব নং: ১৩

অবের নামঃ বোর্ডে ১টি সুইচ দ্বারা ১টি বাতি নিয়ন্ত্রণের চ্যানেল ওয়্যারিং করার দক্ষতা অর্জন।

অবের উদ্দেশ্যঃ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো দক্ষতা অর্জনই এ অবের উদ্দেশ্য।

- ১। প্রয়োজনীয় সার্কিট চিত্র আঁকতে পারবে।
- ২। চ্যানেলের সাইজ নির্বাচন করতে পারবে।
- ৩। টুলস ও সরঞ্জামাদি বাছাই করতে পারবে।
- ৪। চ্যানেল স্থাপন করতে পারবে (লে-আউট অনুযায়ী)।
- ৫। চ্যানেলের মধ্য দিয়ে তার টানতে পারবে।
- ৬। চ্যানেলের কভার বসাতে পারবে।
- ৭। বোর্ড সুইচ, হোল্ডার বসাতে পারবে এবং হোল্ডারে তার সংযোগ করতে পারবে।
- ৮। সংযোগ পরীক্ষা করতে পারবে।
- ৯। পাওয়ার সাপ্লাই দিয়ে পরীক্ষা করতে পারবে।
- ১০। কাজের সময় সতর্কতা অবলম্বন করতে পারবে।

সার্কিট কানেকশন ডায়াগ্রামঃ নিচের ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতিঃ চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজারিং টুলস বা পরিমাপক যন্ত্র	৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল
২	কন্টিনেশন গ্লান্স	৮	নিয়ন টেস্টার
৩	ফ্ল্যাট নোজ গ্লান্স	৯	ইলেকট্রিশিয়ান বাইক বা চাকু
৪	ক্রসপিন হ্যাঘার	১০	এডজাস্টেবল বা স্লাইড রোল
৫	সকট হ্যাঘার বা মেলেট	১১	লং নোজ গ্লান্স
৬	ক্রো হ্যাঘার	১২	পৌকার

১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্রায়ার্স	১৯	রাওয়াল প্লাগ টুলস্
১৪	ডায়াগোনাল কাটিং প্রায়ার্স	২০	হ্যাক্'স'
১৫	ফ্লাট জু ড্রাইভার	২১	জিমলেট
১৬	বলপিন হ্যামার	২২	ফিলিপস জু ড্রাইভার
১৭	টেনন 'স'	২৩	কানেক্টিং জু ড্রাইভার
১৮	হ্যান্ড ড্রিল	২৪	দাগ টানার সুতা।

প্রয়োজনীয় মালামাল: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ। কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে।

টাম্বলার/ পিয়ানো সুইচ	টু-পিন সকেট
সিলিং রোজ	সিলিং ফ্যান, সুইচ রেগুলেটরসহ
চ্যানেল	সুইচ বোর্ড
জয়েন্ট বক্স	উড জু
সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)	ইনসুলেটিং টেপ
টিউব লাইট	এনার্জি সেভিং বাতি
সার্কিট ব্রেকার	তার কাঁটা ইত্যাদি।
ওয়্যারিং বোর্ড	

কাজের ধারা: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট করতে হবে।
- ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। লে-আউট অনুযায়ী সুতার মাধ্যমে রঙিন চকের গুড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
- ৪। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী চ্যানেল, সুইচ বোর্ড, জাংশন বক্স, রাওয়াল প্লাগ, জু ইত্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।
- ৫। লে-আউট অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে (দেয়াল ও ছাদে) চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসানোর জন্য নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী রাওয়াল প্লাগ স্থাপন করতে হবে।
- ৬। জু দিয়ে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
- ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি জু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
- ৮। বাঁকের স্থানে চ্যানেলের কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে।
- ৯। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
- ১০। তারপর প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি লাগাতে হবে।
- ১১। তারপর সুইচ, সকেট, হোল্ডার, সিলিংরোজ ইত্যাদিতে তার সংযোগ করতে হবে।
- ১২। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে।
- ১৩। সবগুলো লোড এর সুইচ অফ রেখে সার্কিটের মেইন সুইচ অন করতে হবে।

- ১৪। সুইচগুলোকে এক এক করে অন করে জব সম্পাদনের টেস্ট করতে হবে।
 ১৫। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।
 উল্লিখিত ধাপে ওয়্যারিং করার পর ওয়্যারিং পরীক্ষা করে কাজ সমাপ্ত করতে হবে।

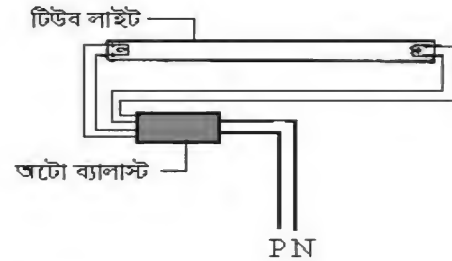
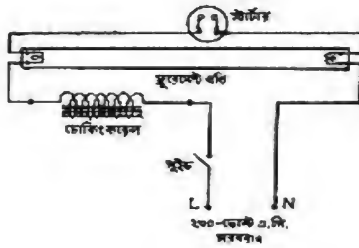
কাজের সতর্কতা: যে সতর্কতাসমূহ মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। চ্যানেল সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। সকল হোল্ডার সঠিক দূরত্বে একই সরলরেখায় স্থাপন করতে হবে।
- ৫। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৬। সার্কিট ভায়ামান অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কিনা চেক করে সরবরাহ দিতে হবে।

জব নং: ১৪

জবের নাম: টিউব লাইট সংযোগ করার দক্ষতা অর্জন।

জবের উদ্দেশ্য: টিউব লাইট সংযোগ করার বাস্তব দক্ষতা অর্জন করা।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে সমস্ত যন্ত্রপাতি প্রয়োজন-

১। নিয়ন টেস্টার (১০০-৫০০ ভোল্ট)-১টি	৬। ফ্লাট টাইপ কানেকটিং স্কু-ডাইভার-১টি
২। ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ-১টি	৭। ওয়্যার স্ট্রিপার-১টি
৩। কম্বিনেশন প্রায়ার্স-১টি	৮। পোকোর-১টি
৪। ফ্লাট স্কু-ডাইভার-১টি	৯। মেজারিং স্টিল টেপ-১টি
৫। ডায়াগোনাল কাটিং প্রায়ার-১টি	১০। অ্যাভোমিটার-১টি
১১। পেলিল/মার্কার-১টি।	

প্রয়োজনীয় মালামাল: উল্লিখিত জব সঠিকভাবে সমাধা করতে নিচের মালামালগুলো প্রয়োজন-

- ১। টিউব লাইট (৪ ফুট/ ১.২২মি., ৪০ ওয়াট, ২২০ ভোল্ট)-১টি।

- ২। চোক কয়েল/অটো ব্যালাস্ট (৪০ ওয়াট, ২২০ ভোল্ট)-১টি।
- ৩। টিউব হোল্ডার সহ সম্পূর্ণ স্ট্যান্ড-১টি।
- ৪। সুইচ বোর্ডসহ সুইচ-১টি।
- ৫। টুইন কোর ফ্লেক্সিবল ক্যাবল-৪ মিটার।

কার্যধারা: জবটি করতে ধারাবাহিকভাবে যে কাজগুলো করতে হবে-

- ১। প্রথমে কার্ঠের বেসের একপ্রান্তে একটি টিউব হোল্ডার চেপে ধরে পেন্সিলের সাহায্যে জু এর স্থান চিহ্নিত করি।
- ২। চিহ্নিত স্থানে পোকাকরের সাহায্যে ছিদ্র করি।
- ৩। জু ডাইভার ও জুর সাহায্যে একটি হোল্ডার আটকাতে হবে।
- ৪। উক্ত হোল্ডারে টিউবের একপ্রান্ত ঢুকিয়ে টিউবের অপর প্রান্তে দ্বিতীয় হোল্ডারটি ঢুকাই। অতপর পেন্সিলের সাহায্যে দ্বিতীয় হোল্ডারের জুর স্থান চিহ্নিত করি।
- ৫। জুর সাহায্যে দ্বিতীয় হোল্ডারটি আটকাতে হবে।
- ৬। অনুরূপভাবে স্টার্টার হোল্ডারকে কার্ঠের বেসের মাঝামাঝি স্থানে আটকাতে হবে।
- ৭। কার্ঠের বেসের একপ্রান্তে জুর সাহায্যে চোক কয়েল দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে।
- ৮। চোক কয়েলের পার্শ্বে সুইচের বেস স্থাপন করে জু ডাইভারের সাহায্যে জু দিয়ে দৃঢ়ভাবে আটকাতে হবে।
- ৯। অতঃপর বিভিন্ন সরঞ্জামাদির মধ্যবর্তী দূরত্ব এবং সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী তার কেটে নিতে হবে।
- ১০। তারগুলো লিঙ্ক ক্লিপের সাহায্যে পিভিসি চ্যানেলে আটকাতে হবে।
- ১১। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সরঞ্জামাদির অভ্যন্তরীণ সংযোগ সম্পাদন করতে হবে।
- ১২। স্টার্টার হোল্ডার স্টার্টার স্থাপন করে ডান দিকে সাবধানে মোচড় দিয়ে স্টার্টার আটকাতে হবে।
- ১৩। টিউবটি হাতে ধরে উহার উভয় প্রান্তে একই সময়ে সাবধানে হোল্ডারের খাঁজে ঢুকাতে হবে।
- ১৪। অবশেষে সুইচ অন করলে, দেখবে টিউবটি জ্বলে উঠল।

কাজে সতর্কতা: এ কাজে যে সমস্ত সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। হোল্ডার দুইটি সঠিক দূরত্বে একই সরলরেখায় স্থাপন করতে হবে।
- ২। সংযোগ যেন পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৩। টিউবকে ৯০ ডিগ্রি কোণে সাবধানে ঘুরাতে হবে।
- ৪। কাজ করার সময় টিউব যেন নিচে পড়ে না যায়, সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৫। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিক পোলারিটিতে সংযোগ হলো কীনা চেক করে নিতে হবে।

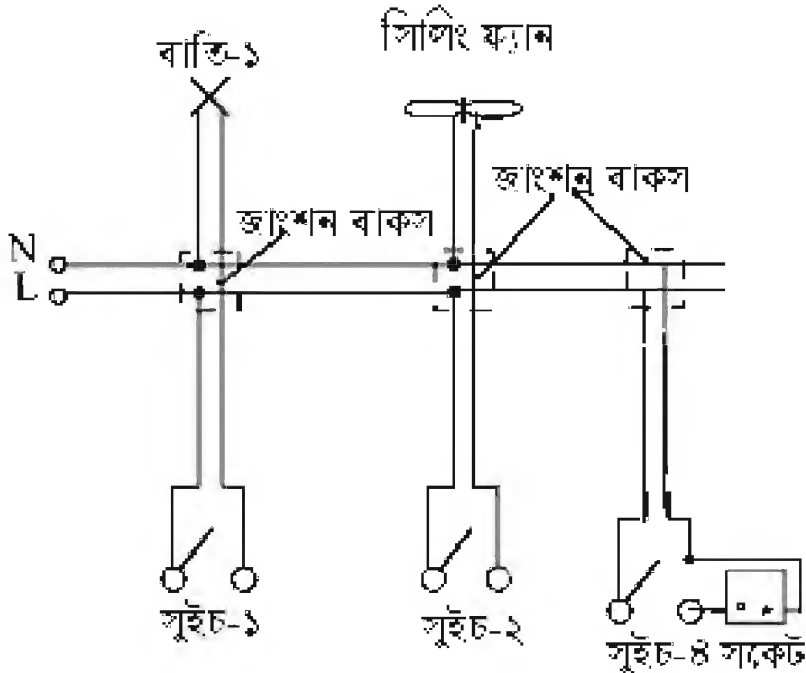
জব নং: ১৫

জবের নাম: ১টি বৈদ্যুতিক এনার্জি বাতি, ১ টি ফ্যান, ১ টি সকেট সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল ওয়্যারিং করার দক্ষতা অর্জন।

জবের উদ্দেশ্য: নিম্নলিখিত বিষয়গুলো সমাধা করা এবং দক্ষতা অর্জনই এ জবের উদ্দেশ্য।

১. বিভিন্ন প্রকার বৈদ্যুতিক লোড সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে চ্যানেল ওয়্যারিং করতে সরঞ্জামাদি/মালামাল বাছাই।
২. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন করে সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। ওয়্যারিং বোর্ডে (প্রয়োজনে দেয়ালে বা ছাদে) রাওয়াল প্রাণ বা তার কাঁটা দিয়ে চ্যানেল আটকাতে হবে।
- ৪। চ্যানেলে তার ঢুকানো এবং চ্যানেলের কভার আটকানো।
- ৫। জয়েন্ট বক্সে তারের সংযোগ স্থাপন করতে হবে।
- ৬। সুইচ, সকেট তারের সংযোগ স্থাপন করতে হবে।
- ৭। সংযোগ পর্যবেক্ষণ এবং চেক করতে হবে এবং
- ৮। লোড সংযুক্ত করে বিদ্যুৎ সরবরাহে চালনা করার বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন।

সার্কিট কানেকশন ডায়াগ্রাম: নিচের ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজরিং টুলস বা পরিমাপক ফিতা	১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স
২	কন্টিনেশন প্লায়ার্স	১৪	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
৩	ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স	১৫	ফ্লাট ক্লু ড্রাইভার
৪	ক্রসপিন হ্যামার	১৬	বলপিন হ্যামার
৫	সফট হ্যামার বা মেলের	১৭	টেনন 'স'
৬	ক্রো হ্যামার	১৮	হ্যান্ড ড্রিল
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	১৯	রাওয়াল প্লাগ টুলস
৮	নিয়ন টেস্টার	২০	হ্যাক'স'
৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	২১	জিমলেট
১০	এডজাস্টেবল বা শ্লাইড রেঞ্জ	২২	ফিলিপস ক্লু ড্রাইভার
১১	লং নোজ প্লায়ার্স	২৩	কানেক্টিং ক্লু ড্রাইভার
১২	পৌকার	২৪	দাগ টানার সুতা।

প্রয়োজনীয় মালামাল: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ। কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে।

টাম্বলার/ পিয়ানো সুইচ	টু-পিন সকেট
সিলিং রোজ	সিলিং ফ্যান, সুইচ রেগুলেটরসহ
চ্যানেল	সুইচ বোর্ড
জয়েন্ট বক্স	উড ক্লু
সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)	ইনসুলেটং টেপ
সার্কিট বেকার	এনার্জি সেভিং বাতি
ওয়্যারিং বোর্ড ইত্যাদি	তার কাঁটা।

কাজের ধারা: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট করতে হবে।
- ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। লে-আউট অনুযায়ী সুতার মাধ্যমে রঙিন চকের গুড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
- ৪। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী চ্যানেল, সুইচ বোর্ড, জাংশন বক্স, রাওয়াল প্লাগ, ক্লু ইত্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।

- ৫। লে-আউট অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে (দেয়াল ও ছাদে) চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসানোর জন্য নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী রাওয়াল প্লাগ স্থাপন করতে হবে।
- ৬। ক্ষু দিয়ে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
- ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি ক্ষু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
- ৮। বাঁকের স্থানে চ্যানেলের কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে।
- ৯। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
- ১০। তারপর প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি লাগাতে হবে।
- ১১। তারপর সুইচ, সকেট, হোল্ডার, সিলিংরোজ ইত্যাদিতে তার সংযোগ করতে হবে।
- ১২। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে।
- ১৩। সবগুলো লোড এর সুইচ অফ রেখে সার্কিটের মেইন সুইচ অন করতে হবে।
- ১৪। সুইচগুলোকে এক এক করে অন করে জব সম্পাদনের টেস্ট করতে হবে।
- ১৫। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।
- উল্লিখিত ধাপে ওয়্যারিং করার পর ওয়্যারিং পরীক্ষা করে কাজ সমাপ্ত করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে সতর্কতাগুলো মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। চ্যানেল সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। সকল হোল্ডার সঠিক দূরত্বে একই সরলরেখায় স্থাপন করতে হবে।
- ৫। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৬। কাজ করার সময় টিউব, এনার্জি বাতি ইত্যাদি যেন নিচে পড়ে না যায়, সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৭। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কীনা চেক করে সরবরাহ দিতে হবে।

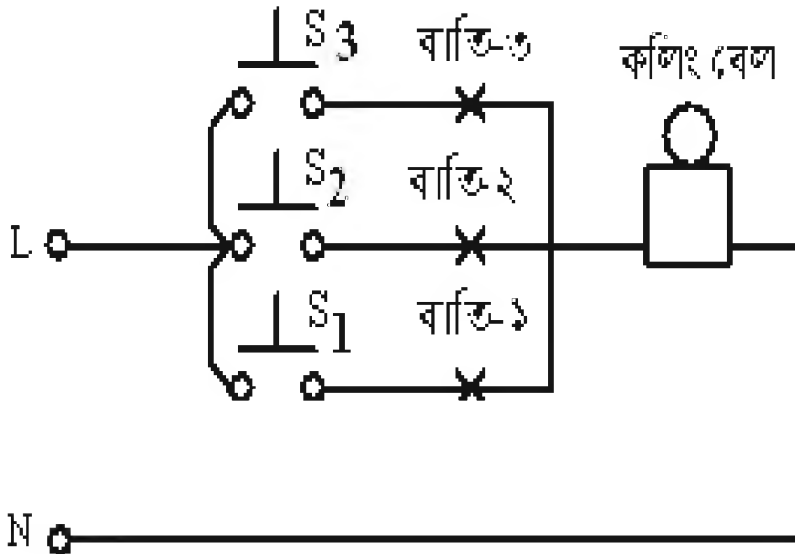
জব নং: ১৬

জবের নাম: তিনটি ইন্ডিকেটর বাতিসহ তিন জায়গা থেকে নিয়ন্ত্রণের ১ টি কলিং বেল চ্যানেল ওয়্যারিং এর মাধ্যমে স্থাপন করার দক্ষতা অর্জন।

জবের উদ্দেশ্য: নিম্নলিখিত বিষয়গুলো সমাধানের মাধ্যমে কাজে দক্ষতা অর্জন করাই এ জবের উদ্দেশ্য।

- ১। ৩ টি ইন্ডিকেটর বাতিসহ তিন জায়গা থেকে ১ টি কলিং বেল নিয়ন্ত্রণের চ্যানেল ওয়্যারিং করতে সরঞ্জামাদি/মালামাল বাছাই।
- ২। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন করে সংগ্রহ করা।
- ৩। ওয়্যারিং বোর্ডে (প্রয়োজনে দেয়ালে বা ছাদে) রাওয়াল প্লাগ বা তার কাঁটা দিয়ে চ্যানেল আটকানো
- ৪। চ্যানেলে তার ঢুকানো এবং চ্যানেলের কভার আটকানো।
- ৫। জয়েন্ট বক্সে তারের সংযোগ স্থাপন।
- ৬। পুশ সুইচ ও হোল্ডারে তারের সংযোগ স্থাপন।
- ৭। সংযোগ পর্যবেক্ষণ এর মাধ্যমে চেক করা এবং
- ৮। বিদ্যুৎ সরবরাহে কাজের বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন যাচাই করা।

কানেকশন সার্কিট ডায়াগ্রাম: নিচের ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল ওয়্যারিং এর মাধ্যমে উল্লিখিত কাজ করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো নিম্নরূপ।

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজারিং টুলস বা পরিমাপক ফিতা	১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স
২	কন্টিনেশন প্লায়ার্স	১৪	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
৩	ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স	১৫	ফ্লাট জু ড্রাইভার
৪	ক্রসপিন হ্যামার	১৬	বলপিন হ্যামার
৫	সফট হ্যামার বা মেলোট	১৭	টেনন 'স'
৬	ক্রো হ্যামার	১৮	হ্যান্ড ড্রিল
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	১৯	রাওয়াল প্লাগ টুলস
৮	নিয়ন টেস্টার	২০	হ্যাক'স'
৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	২১	জিমলেট
১০	এডজাস্টেবল বা স্লাইড রেঞ্জ	২২	ফিলিপস জু ড্রাইভার
১১	লং নোজ প্লায়ার্স	২৩	কানেক্টিং জু ড্রাইভার
১২	পৌকার	২৪	দাগ টানার সুতা।

প্রয়োজনীয় মালামাল: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ। কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে।

পুশ সুইচ-৩ টি	ইন্ডিকের বাতি- ৩ টি
চ্যানেল ১৯ মি. মি.	সুইচ বোর্ড-৩ টি
জয়েন্ট বক্স-২ টি	উড জু পরিমাণ মত
সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)	ইনসুলেটং টেপ
তার কাঁটা- পরিমাণ মত	ওয়্যারিং বোর্ড ইত্যাদি।

কাজের ধারা: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট আঁকতে হবে।
- ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস ও মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। লে-আউট অনুযায়ী সুতার মাধ্যমে রঙিন চকের গুঁড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।

- ৪। লে-আউট অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসানোর জন্য নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী রাওয়াল প্লাগ স্থাপন করতে হবে।
- ৫। করাত দিয়ে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
- ৬। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস, সুইচ, হোল্ডার ইত্যাদি জু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
- ৭। বাঁকের স্থানে চ্যানেলের কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে।
- ৮। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
- ৯। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে।
- ১০। সুইচগুলোকে এক এক করে অন করে জব সম্পাদনের টেস্ট করতে হবে।
- ১১। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।

কাজের সতর্কতা:

- ১। চ্যানেল সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট করতে হবে।
- ৬। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কিনা চেক করে নিতে হবে।

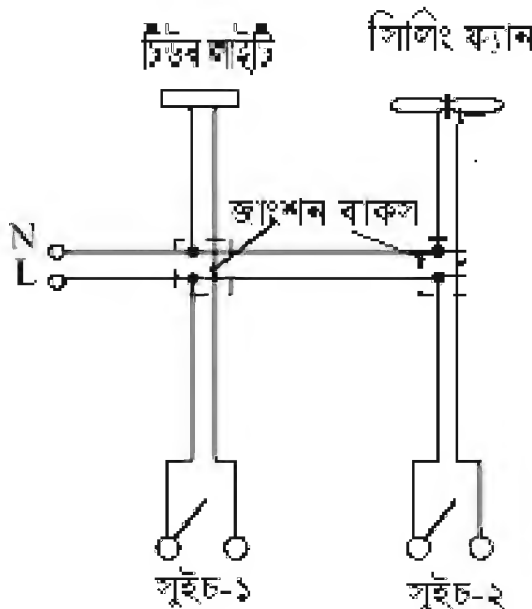
জব নং: ১৭

জবের নাম: বোর্ডে একটি টিউব লাইট, একটি সিলিং ফ্যান আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণের চ্যানেল ওয়্যারিং।

জবের উদ্দেশ্য: নিম্নলিখিত বিষয়গুলো সমাধা করা এবং দক্ষতা অর্জনই এ জবের উদ্দেশ্য।

- ১। প্রয়োজনীয় সার্কিট চিত্র আঁকতে পারবে।
- ২। চ্যানেলের সাইজ নির্বাচন করতে পারবে।
- ৩। টুলস ও সরঞ্জামাদি নির্বাচন করতে পারবে।
- ৪। চ্যানেল স্থাপন করতে পারবে (লে-আউট অনুযায়ী)
- ৫। চ্যানেলের মধ্য দিয়ে তার টানতে পারবে।
- ৬। চ্যানেলের কভার বসাতে পারবে।
- ৭। বোর্ড সুইচ, হোল্ডার, সিলিংরোজ বসাতে পারবে।
- ৮। সুইচ, হোল্ডারে ও সিলিংরোজে তার সংযোগ করতে পারবে।
- ৯। টিউব লাইট সংযোগ করতে পারবে।
- ১০। সংযোগ পরীক্ষা করতে পারবে।
- ১১। পাওয়ার সাপ্লাই দিয়ে পরীক্ষা করতে পারবে।
- ১২। কাজের সময় সতর্কতা অবলম্বন করতে পারবে।

সার্কিট কানেকশন ডায়াগ্রাম: নিচের ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	পরিমাপক ফিতা	১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স
২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১৪	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
৩	ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স	১৫	ফ্লাট ক্লু ড্রাইভার
৪	ক্রসপিন হ্যামার	১৬	বলপিন হ্যামার
৫	সফট হ্যামার বা মেলোট	১৭	টেনন 'স'
৬	ক্রো হ্যামার	১৮	হ্যান্ড ড্রিল
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	১৯	রাওয়াল প্লাগ টুলস্
৮	নিয়ন টেস্টার	২০	হ্যাক্স 'স'
৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	২১	জিমলেট
১০	এডজাস্টেবল বা স্লাইড রেঞ্জ	২২	ফিলিপস্ ক্লু ড্রাইভার
১১	লং নোজ প্লায়ার্স	২৩	কানেক্টিং ক্লু ড্রাইভার
১২	পৌকার	২৪	দাগ টিনার সূতা।

প্রয়োজনীয় মালামাল: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ। কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে।

টাম্বলার/ পিয়ানো সুইচ	টু-পিন সকেট
সিলিং রোজ	সিলিং ফ্যান, সুইচ রেগুলেটরসহ
চ্যানেল	সুইচ বোর্ড
জয়েন্ট বক্স	উড ক্লু
সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)	ইনসুলেটিং টেপ
টিউব লাইট	সিলিং ফ্যান
ওয়্যারিং বোর্ড	তার কাঁটা ইত্যাদি।

কাজের ধারা: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

১। ওয়্যারিং লে-আউট করতে হবে।

২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।

- ৩। লে-আউট অনুযায়ী সুতার মাধ্যমে রঙিন চকের গুড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
 - ৪। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী চ্যানেল, সুইচ বোর্ড, জাংশন বক্স, রাওয়াল প্লাগ, ক্লু ইত্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।
 - ৫। লে-আউট অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে (দেয়াল ও ছাদে) চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসানোর জন্য নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী রাওয়াল প্লাগ স্থাপন করতে হবে।
 - ৬। ক্লু দিয়ে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
 - ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি ক্লু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
 - ৮। বাঁকের স্থানে চ্যানেলের কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে।
 - ৯। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
 - ১০। তারপর প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, ইত্যাদি লাগাতে হবে।
 - ১১। তারপর সুইচ, সকেট, হোল্ডার, সিলিংরোজ ইত্যাদিতে তার সংযোগ করতে হবে।
 - ১২। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে।
 - ১৩। সবগুলো লোড এর সুইচ অফ রেখে সার্কিটের মেইন সুইচ অন করতে হবে।
 - ১৪। সুইচগুলোকে এক এক করে অন করে জব সম্পাদনের টেস্ট করতে হবে।
 - ১৫। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।
- উল্লিখিত ধাপে ওয়্যারিং করার পর ওয়্যারিং পরীক্ষা করে কাজ সমাপ্ত করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে সতর্কতাগুলো মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। চ্যানেল সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। সকল হোল্ডার সঠিক দূরত্বে একই সরলরেখায় স্থাপন করতে হবে।
- ৫। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৬। কাজ করার সময় টিউব, এনার্জি বাতি ইত্যাদি যেন নিচে পড়ে না যায়, সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৭। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কীনা চেক করে সরবরাহ দিতে হবে।

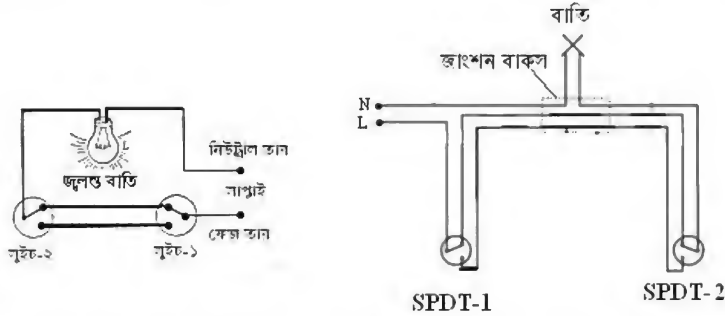
জব নং: ১৮

জবের নাম: ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল ওয়্যারিং এর মাধ্যমে ২ টি SPDT বা টু-ওয়ে সুইচ ব্যবহারে ১ টি বাতি স্বতন্ত্রভাবে নিয়ন্ত্রণের ব্যবস্থাকরণ।

জবের উদ্দেশ্য: নিম্নলিখিত বিষয়গুলো সমাধানের মাধ্যমে কাজে দক্ষতা অর্জন করাই এ জবের উদ্দেশ্য।

- ১। ১টি বাতি দুই জায়গা থেকে আলাদাভাবে নিয়ন্ত্রণের চ্যানেল ওয়্যারিং করতে সরঞ্জামাদি/মালামাল বাছাই।
- ২। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন করে সংগ্রহ করা।
- ৩। ওয়্যারিং বোর্ডে রাণ্ড্যাল প্লাগ বা তার কাঁটা দিয়ে চ্যানেল আটকানো।
- ৪। চ্যানেলে তার ঢুকানো এবং চ্যানেলের কভার আটকানো।
- ৫। জয়েন্ট বক্সে তারের সংযোগ স্থাপন।
- ৬। সুইচ ও হোল্ডারে তারের সংযোগ স্থাপন।
- ৭। সংযোগ পর্যবেক্ষণ এর মাধ্যমে পরীক্ষা করা এবং
- ৮। বিদ্যুৎ সরবরাহে কাজের বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন বাচাই করা।

কানেকশন সার্কিট ডায়াগ্রাম: নিচের ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল ওয়্যারিং এর মাধ্যমে উল্লিখিত কাজ করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো নিম্নরূপ।

১	পরিমাপক ফিতা	১০	ওয়্যার স্প্রিং প্রায়ার্স
২	কবিনেশন প্রায়ার্স	১১	ডায়াগোনাল কাটিং প্রায়ার্স
৩	দাগ টানার সুতা	১২	ফ্ল্যাট জু ড্রাইভার
৪	পৌকার	১৩	বলপিন হ্যামার
৫	সকট হ্যামার বা মেলোট	১৪	টেনন 'স'
৬	লং নোজ প্রায়ার্স	১৫	কানেক্টিং জু ড্রাইভার
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	১৬	ক্লিপস জু ড্রাইভার
৮	নিম্নন টেস্টার	১৭	হ্যাক'স'
৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	১৮	জিমলেট ইত্যাদি।

প্রয়োজনীয় মালামাল: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ। কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে। উল্লিখিত কাজ করতে নিচের মালামালসমূহ প্রয়োজন হবে।

১. SPDT সুইচ-২ টি	২. চ্যানেল-১৮ মি. ডম., ১ টি
৩. পিভিসি সুইচ বোর্ড -৮ সেমি. x ৮ সেমি.	৪. পিভিসি জয়েন্ট বক্স-১০ সেমি. x ১০ সেমি.
৫. উড স্ক্রু -১২ টি	৬. সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)
৭. ইনসুলেটং টেপ-১ রিল	৮. তার কাঁটা-পরিমাণ মত
৯. ওয়্যারিং বোর্ড- ১টি।	

কাজের ধারা: উল্লিখিত কাজে চ্যানেল ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট আঁকতে হবে।
- ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। লে-আউট অনুযায়ী সূতার মাধ্যমে রঙিন চকের গুড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
- ৪। ওয়্যারিং লেআউট অনুযায়ী চ্যানেল, সুইচ বোর্ড, জাংশন বক্স, রাওয়াল প্লাগ, স্ক্রু ইত্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।
- ৫। লে-আউট অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসাতে হবে।
- ৬। করাত দিয়ে কেটে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
- ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি স্ক্রু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
- ৮। বাঁকের স্থানে চ্যানেলের কর্নার/বেড বসাতে হবে।
- ৯। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
- ১০। তারপর প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, হোল্ডার ইত্যাদি বসাতে হবে।
- ১১। সুইচ, হোল্ডার ইত্যাদিতে তার সংযোগ করতে হবে।
- ১২। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করে সরবরাহ দিতে হবে।
- ১৩। সুইচগুলোকে এক এক করে অন করে জব সম্পাদনের টেস্ট করতে হবে।
- ১৫। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে সব বিষয়ে সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে।

- ১। চ্যানেল সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৬। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কিনা চেক করে সরবরাহ দিতে হবে।

জব নং: ১৯

জবের নাম: ওয়ারিং বোর্ডে চৌ-রাস্তায় ট্রাফিক কন্ট্রোল সার্কিট স্থাপনকরণ।

জবের উদ্দেশ্য: এ জবের উদ্দেশ্যগুলো হলো নিম্নরূপ।

১. ট্রাফিক কন্ট্রোল ব্যবস্থা সম্পর্কে ধারণা লাভ।
২. ট্রাফিক কন্ট্রোল সার্কিট স্থাপনে বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন।

সার্কিট কানেকশন ডায়াগ্রাম: তাত্ত্বিক অংশের ১৭.৯ নং ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়ারিং বোর্ডে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ জব সুষ্ঠুভাবে সম্পন্ন করতে যে সমস্ত টুলস এর প্রয়োজন হয় সেগুলো হলো।

১	পরিমাপক ফিতা	১০	ওয়ারিং স্ট্রিপিং প্লায়ার্স
২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১১	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
৩	দাগ টানার সুতা	১২	ফ্ল্যাট জু ড্রাইভার
৪	পৌকার	১৩	বলপিন হ্যামার
৫	সফট হ্যামার বা মেলোট	১৪	টেনন 'স'
৬	লং নোজ প্লায়ার্স	১৫	কানেক্টিং জু ড্রাইভার
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	১৬	ফিলিপস জু ড্রাইভার
৮	নিয়ন টেস্টার	১৭	হ্যাক'স'
৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	১৮	জিমলেট ইত্যাদি।

প্রয়োজনীয় মালামাল: উল্লিখিত কাজে চ্যানেল ওয়ারিং করতে নিচের মালামালসমূহ প্রয়োজন হবে।

SPDT সুইচ-১ টি	পুশ সুইচ-১টি
চ্যানেল-১৮ মি. মি., ১ টি	পিভিসি সুইচ বোর্ড -৮ সেমি.×৮ সেমি.
পিভিসি জয়েন্ট বক্স-২৫ সেমি.×২৫ সেমি.	উড জু -১২ টি
সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)	ইনসুলেটিং টেপ-১ রিল
তার কাঁটা-পরিমাণ মত	ওয়ারিং বোর্ড- ১টি
সিগনাল বাতি-লাল ৪টি, হলুদ ৪টি, সবুজ ৪টি ইত্যাদি।	

কাজের ধারা: উল্লিখিত কাজে চ্যানেল ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট আঁকতে হবে।
- ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। লে-আউট অনুযায়ী সুতার মাধ্যমে রঙিন চকের গুড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
- ৪। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী চ্যানেল, সুইচ বোর্ড, জাংশন বক্স, রাওয়াল প্লাগ, স্ক্রু ইত্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।
- ৫। লে-আউট অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসাতে হবে।
- ৬। করাত দিয়ে কেটে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
- ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি স্ক্রু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
- ৮। বাঁকের স্থানে চ্যানেলের কর্নার/বেল্ড বসাতে হবে।
- ৯। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
- ১০। তারপর প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, হোল্ডার ইত্যাদি বসাতে হবে।
- ১১। সুইচ, হোল্ডার ইত্যাদিতে তার সংযোগ করতে হবে।
- ১২। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে।
- ১৩। সুইচ এর পজিশন পরিবর্তন করে সার্কিটের কার্যকারীতা টেস্ট করতে হবে।
- ১৪। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে বিষয়গুলো সতর্কতা মানতে হবে-

- ১। চ্যানেল সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৬। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কীনা চেক করে নিতে হবে।

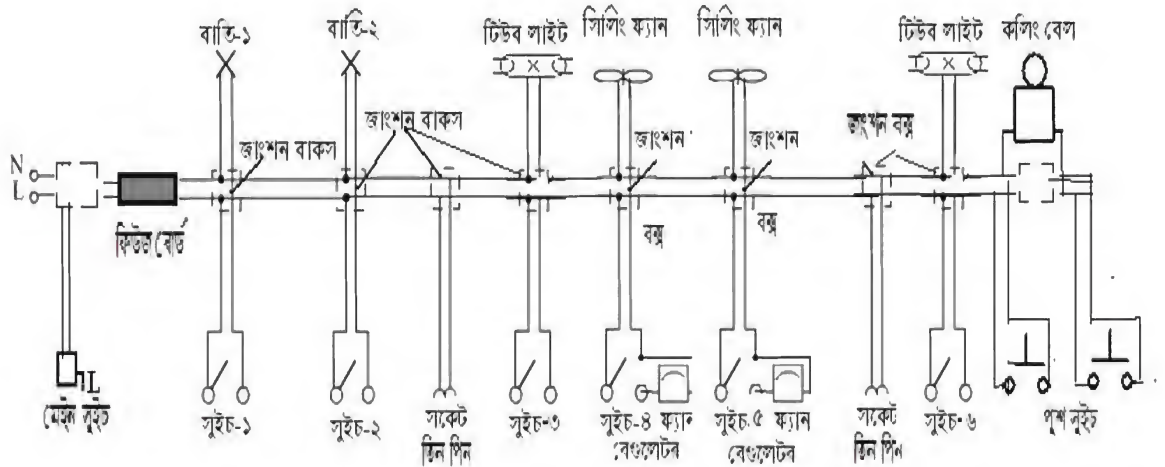
অব নং: ২০

জবের নাম: ২টি বৈদ্যুতিক এনার্জি সেভিং ল্যাম্প, ২ টি টিউব লাইট, ২ টি তিন পিন সকেট, ২ টি কলিং বেল, ২ টি ফ্যান এর জন্য ফিউজ, মেইন সুইচ, জাংশন বক্স দিয়ে পিভিসি কন্ডুইট ওয়্যারিং করার দক্ষতা অর্জন।

জবের উদ্দেশ্য: নিম্নলিখিত বিষয়গুলো সমাধা করা এবং দক্ষতা অর্জনই এ জবের উদ্দেশ্য।

১. বিভিন্ন প্রকার বৈদ্যুতিক লোড সঠিকভাবে নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে কন্ডুইট ওয়্যারিং করতে সরঞ্জামাদি/মালামাল বাছাই।
২. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন করে সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। ওয়্যারিং বোর্ডে (প্রয়োজনে দেয়ালে বা ছাদে) রাওয়াল প্রাণ বা তার কাঁটা দিয়ে চ্যানেল আটকাতে হবে।
- ৪। কন্ডুইটে তার ঢুকানো এবং তার টানতে পারবে।
- ৫। জয়েন্ট বক্সে তারের সংযোগ স্থাপন করতে হবে।
- ৬। সুইচ, সকেট, টিউব লাইট হোল্ডারে, সিলিংরোজে তারের সংযোগ স্থাপন করতে হবে।
- ৭। সংযোগ পর্যবেক্ষণ এবং চেক করতে হবে এবং
- ৮। লোড সংযুক্ত করে বিদ্যুৎ সরবরাহে চালনা করার বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন।

সার্কিট কানেকশন ডায়াগ্রাম: নিচের ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজারিং টুলস বা পরিমাপক ফিতা	১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স
২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১৪	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
৩	ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স	১৫	ফ্লাট জু ড্রাইভার
৪	ক্রসপিন হ্যামার	১৬	বলপিন হ্যামার
৫	সফট হ্যামার বা মেলেট	১৭	টেনন 'স'
৬	ক্রো হ্যামার	১৮	হ্যাভ ড্রিল
৭	ইলেকট্রিক হ্যাভ ড্রিল	১৯	রাওয়াল প্লাগ টুলস
৮	নিয়ন টেস্টার	২০	হ্যাক'স'
৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	২১	জিমলেট
১০	এডজাস্টেবল বা শ্লাইড রেঞ্জ	২২	ফিলিপস জু ড্রাইভার
১১	লং নোজ প্লায়ার্স	২৩	কানেক্টিং জু ড্রাইভার
১২	পৌকার,	২৪	দাগ টানার সুতা।

প্রয়োজনীয় মালামাল: কলুইট ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ। কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে।

টাম্বলার/ পিয়ানো সুইচ	টু-পিন সকেট
সিলিং রোজ	সিলিং ফ্যান, সুইচ রেগুলেটরসহ
কলুইট	সুইচ বোর্ড
জয়েন্ট বক্স	উড জু
সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)	ইনসুলেটিং টেপ
টিউব লাইট	এনার্জি সেভিং ল্যাম্প
সার্কিট বেকার	তার কাঁটা
ফিউজ	কলিং বেল
মেইন সুইচ	ওয়্যারিং বোর্ড ইত্যাদি।

কাজের ধারা: কলুইট ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। ওয়্যারিং লে-আউট করতে হবে।
 - ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
 - ৩। লে-আউট অনুযায়ী সুতার মাধ্যমে রড্ডিন চকের গুড়া দিয়ে যে সমস্ত জায়গা দিয়ে কলুইট যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
 - ৪। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী কলুইট, সুইচ বোর্ড, জাংশন বক্স, রাওয়াল প্লাগ, ক্লু ইত্যাদি সংগ্রহ করতে হবে।
 - ৫। লে-আউট অনুযায়ী ওয়্যারিং বোর্ডে (দেয়াল ও ছাদে) চিহ্নিত রেখার উপরে কলুইট, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স বসানোর জন্য নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী রাওয়াল প্লাগ স্থাপন করতে হবে।
 - ৬। ক্লু দিয়ে প্রয়োজনীয় সাইজের কলুইটের বেস আটকাতে হবে।
 - ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি ক্লু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
 - ৮। বাকের স্থানে কলুইটের কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে।
 - ৯। কলুইট বেস আটকানোর পর কলুইটে তার টেনে আটকাতে হবে।
 - ১০। তারপর প্রয়োজনীয় বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি লাগাতে হবে।
 - ১১। তারপর সুইচ, সকেট, হোল্ডার, সিলিংরোজ ইত্যাদিতে তার সংযোগ করতে হবে।
 - ১২। মেইন সুইচ, ফিউজ ইত্যাদি সংযোগ করে সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে।
 - ১৩। সবগুলো লোড এর সুইচ অফ রেখে সার্কিটের মেইন সুইচ অন করতে হবে।
 - ১৪। সুইচগুলোকে এক এক করে অন করে জব সম্পাদনের টেস্ট করতে হবে।
 - ১৫। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।
- উল্লিখিত ধাপে ওয়্যারিং করার পর ওয়্যারিং পরীক্ষা করে কাজ সমাপ্ত করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে সতর্কতাগুলো মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। কলুইট সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। সকল হোল্ডার সঠিক দূরত্বে একই সরলরেখায় স্থাপন করতে হবে।
- ৫। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৬। টিউবকে জ্বালানোর সময় না জ্বললে সাবধানে ঘুরাতে হবে, তাহলে জ্বলবে।
- ৭। কাজ করার সময় টিউব, এনার্জি বাতি ইত্যাদি যেন নিচে পড়ে না যায়, সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৮। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কীনা চেক করে সরবরাহ দিতে হবে।

জব নং: ২১

জবের নাম: প্লেট আর্থিং বা আর্থ ইলেকট্রোড বসানো এবং আর্থ রেজিস্ট্যান্স টেস্ট/পরিমাপকরণ।

উদ্দেশ্য: বাসা-বাড়ি, ওয়ার্কসপ, কলকারখানায় বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করার পর সঠিক পদ্ধতিতে আর্থিং করতে হয়। আর্থিং এর সন্তোষজনক ফলাফলের ভিত্তিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়া যাবে। আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপে দক্ষতা অর্জন করা এবং কাজের মাধ্যমে উল্লিখিত বিষয়ে বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জনের লক্ষ্যেই এ জবের উদ্দেশ্য। প্লেট আর্থিং করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: জবের কাজ সঠিকভাবে করতে যে সমস্ত টুলস এর প্রয়োজন সেগুলো-

১। মেগার ৫০০/১০০০ ভোল্ট	২। কন্টিনেশন প্লায়ার্স
৩। কানেকটিং প্লায়ার্স	৪। আর্থ টেস্টার
৫। টেস্ট ল্যাম্প/বাতি	৬। নিয়ন টেস্টার
৭। পাইপ রেঞ্জ	৮। স্লাইড রেঞ্জ
৯। চেইন রেঞ্জ	১০। বালতি
১১। কোদাল	১২। বেলচা
১৩। মগ।	

তাত্ত্বিক অংশের ২৩.৫ চিত্র অনুযায়ী জবটি করতে হবে।

প্রয়োজনীয় মালামাল: এ জবের জন্য যে সমস্ত মালামাল প্রয়োজন-

১। জি আই প্লেট-৬০ সে. মি.×৬০ সে. মি.×৬.৩ মি. মি.-১টি অথবা তামার প্লেট-৬০ সে. মি. × ৬০ সে. মি. × ৬.৩ মি. মি.-১টি।	
২। ১০ মি. মি. ব্যাসের নাট সহ বোল্ট-৪টি	৮। ১৯ মি. মি. ব্যাসের জি আই পাইপ- পরিমাণমত
৩। আর্থিং লিড-১০ বর্গ মি: মি: পরিমাণ মত	৯। সকেট-৩৮মি. মি.-১টি
৪। জি আই পাইপ ৩৮ মি: মি:×২.৫মিটার ১টি	১০। বাঁশ-৫.৫ মিটার-২টি
৫। রিডিউসিং সকেট ৩৮ মি. মি.× ১৯ মি. মি.	১১। গ্যালভানাইজ করা লোহার পাইপ-১২.৭ মি. মি. ব্যাস
৬। রশি-১০/১২ মি. মি. ব্যাসের-২/৩ কেজি	১২। চুংগী (জালিসহ)-১টি
৭। লবণ ও কাঠ কয়লার গুড়া-পরিমাণ মত	১৩। আর্থিং তার
	১৪। সাহায্যকারী ইলেকট্রোড।

কাজের ধারা: যে ধারাবাহিক পদ্ধতিতে কাজটি করতে হবে তা হলো-

১। বিভিন্ন হতে আনুমানিক ১.৫ মিটার দূরে আর্থ-ইলেকট্রোড স্থাপনের স্থান নির্বাচন করি।

২। ৬০ সে. মি.× ৬০ সে. মি.×৬.৩ মি. মি. জিআই প্লেট অথবা, ৬০ সে. মি.×৬০ সে. মি.×৩.১৫ মি. মি. তামার প্লেটের চার কোণে ১০ মি. মি. ব্যাসের চারটি ছিদ্র করি।

৩। নাটবোল্টের সাহায্যে ছিদ্রগুলোতে দৃঢ়ভাবে আর্থ লিড আটকাতে হবে।

- ৪। ভেজা মাটিতে ১.৫ মিটার× ১.৫ মিটার স্থানে রশি ও কোদালের সাহায্যে চিহ্নিত করি।
- ৫। কোদাল, বেলচা ও খন্তি দ্বারা উক্ত চিহ্নিত স্থানে তিন মিটার গভীর একটি গর্ত খনন করি।
- ৬। উক্ত গর্তের তলায় (১১০× ৬০× ২৫) সে: মি: পরিমাপের কাঠ কয়লা ও চুন মিশিয়ে একটি ভিত তৈরি করি।
- ৭। ভিতটির উপর আর্থ প্লেট খাড়া ভাবে স্থাপন করি। প্লেটের চার পার্শ্বে একই পুরুত্বের কাঠ কয়লা ও চুনের মিশ্রণ দিয়ে একটি শক্ত আবরণ তৈরি করি।
- ৮। প্লেটের সাথে সংযুক্ত আর্থ তারটি একটি জি আই পাইপের মধ্যদিয়ে উপরে নিয়ে আসি এবং চিত্রানুযায়ী মাটির প্রায় ৬০ সে. মি. নিচ দিয়ে মেইন সুইচ বোর্ডের আর্থি বাস বারে সংযোগ দেই।
- ৯। প্লেটের উপর আরেকটি ১৯ মি. মি. ব্যাসের গ্যালভানাইজ করা লোহার পাইপ বসিয়ে দেই।
- ১০। পাইপটির মাথায় তারের জালিসহ একটি চুংগী সংযুক্ত করি।
- ১১। চুংগীসহ পাইপের উপরের মাথায় চারদিকে (৩০ সে. মি.× ৩০ সে. মি. × ৩০ সে. মি. পরিমাপের একটি ইটের চৌবাচ্চা তৈরি করি।
- ১২। চৌবাচ্চার উপর ঢালাই লোহার ফ্রেমের সাথে একটি ঢাকনা বসিয়ে দেই।
- ১৩। আর্থিং সঠিকভাবে হয়েছে তা টেস্ট বাতি দিয়ে টেস্ট করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে যে সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। চুংগী/ফানেলের সাথে অবশ্যই জালি লাগাতে হবে, যাতে কোন শক্ত জিনিস ভিতরে ঢুকে পাইপের মুখ বন্ধ করে দিতে না পারে।
- ২। লোহার আর্থ ইলেকট্রোডের সংগে গ্যালভানাইজ করা লোহার আর্থ তার আর তামার ইলেকট্রোডের সঙ্গে তামার আর্থ তার ব্যবহার করতে হবে।
- ৩। আর্থ তারের আয়তন বাড়ির ওয়্যারিংয়ে ব্যবহৃত সবচেয়ে মোটা তারের আয়তনের অর্ধেকের কম নেওয়া যাবে না।
- ৪। আর্থ রেজিস্ট্যান্সের মান ৫ ওহমের কম হলে তা গ্রহণযোগ্য হবে না।
- ৫। গর্তের মধ্যে প্রথম স্তরে লবণ, দ্বিতীয় স্তরে কাঠ কয়লা আবার তৃতীয় স্তরে লবণ, চতুর্থ স্তরে কাঠ কয়লা এভাবে পর পর সাজাতে হবে।
- ৬। আর্থ ইলেকট্রোড স্থাপন করার জন্য সর্বদা ভেজা থাকে এমন জায়গা নির্বাচন করতে হবে।
- ৭। মাটির আর্দ্রতার উপর নির্ভর করে গর্তের গভীরতা কম বেশি করতে হবে।

কার্যধারা

আর্থ রেজিস্ট্যান্স টেস্ট/পরিমাপকরণ: বাড়ি, ওয়ার্কশপ, কলকারখানার মেইন আর্থ টার্মিনাল থেকে আর্থ ইলেকট্রোডের মাধ্যমে যে রেজিস্ট্যান্স পাওয়া যায় তাকে আর্থ রেজিস্ট্যান্স বলে। আর্থিং সঠিকভাবে করা হয়েছে কিনা তা নিম্নলিখিত যে কোন পরীক্ষার মাধ্যমে জানা যায়।

- ১। মেগার বা আর্থ টেস্টার পদ্ধতি ও
- ২। টেস্ট ল্যাম্প পদ্ধতি।

উদ্দেশ্য: আর্থিং পরীক্ষা করা ও আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন।

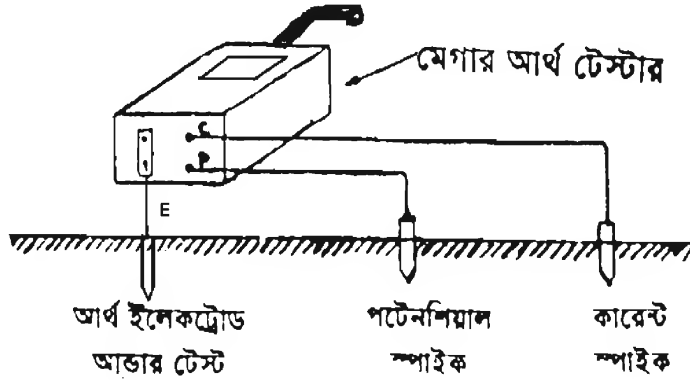
প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি/হ্যান্ড টুলস:

১। মেজারিং টেপ, ২। আর্থ টেস্টার সেট, ৩। স্কু-ডাইভার, ৪। হ্যামার, ৫। কম্বিনেশন প্লায়ার্স

প্রয়োজনীয় মালামাল: ২টি অক্সিলারী ইলেকট্রোড, তামার তার।

কাজের ধারা: এখানে মেগার বা আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপের পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো-

- ১। আর্থ টেস্টারের টার্মিনালসমূহকে চিত্রের ন্যায় সংযোগ কর।
 - ২। স্পাইক দুইটি ২০ থেকে ২৫ মিটার দূরে মাটিতে পুঁততে হবে।
 - ৩। সিলেকটর সুইচ Ω এ সেট করে মিটার এর পুশ সুইচ চাপলে পাঠ পাওয়া যাবে।
 - ৪। স্পাইকের অবস্থান পরিবর্তন করে অনুরূপভাবে আবার পাঠ নাও।
- পাঠসমূহের গড়ই হবে আর্থ রেজিস্ট্যান্স।



চিত্র ২৩.৬ : আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপ।

ক্রমিক নং	আর্থ রেজিস্ট্যান্সের পাঠ	গড় পাঠ
১		
২		

সতর্কতা: আর্থ টেস্টারের সাহায্যে আর্থ রেজিস্ট্যান্স পরিমাপে সে সাবধানতাগুলো মানতে হয় সেগুলো হলো-

- ১। মিটারের গায়ের নির্দেশ অনুযায়ী ব্যবহার করতে হবে।
- ২। আর্থ টেস্টারের পাঠ সাবধানতার সাথে গ্রহণ করতে হবে।
- ৩। সাহায্যকারী স্পাইক মাটির মধ্যে ১ মিটার পর্যন্ত পুঁততে হবে।
- ৪। টার্মিনাল সংযোগ শক্তভাবে দিতে হবে যাতে ঢিলে না থাকে।

আর্থ টেস্টিং বাতি দিয়ে খুব সহজেই আর্থিং এর অবস্থা জানা যায়: টেস্ট বাতির একপ্রান্ত ফেজ তারে এবং অন্য প্রান্ত আর্থ টার্মিনালে সংযোগ করলে বাতি যদি পূর্ণভাবে জ্বলে তবে আর্থিং ভালো হয়েছে বুঝতে হবে।

জব নং: ২২

জবের নাম: বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং এর টেস্টসমূহ- (ক) কন্টিনিউয়িটি টেস্ট, (খ) সুইচের পোলারিটি টেস্ট (গ) ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট/পরিমাপকরণ

উদ্দেশ্য: বাসা-বাড়ি, ওয়ার্কসপ, কলকারখানায় বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করার পর সম্পূর্ণ কাজ সঠিকভাবে হয়েছে কিনা তা নিশ্চিত না হয়ে সরবরাহ দেওয়া বিধি সম্মত নয় এবং উচিতও নয়। এতে বিপদের আশংকা থাকে। বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং যথাযথভাবে হয়েছে তা নিশ্চিত হওয়ার জন্য ওয়্যারিং এর উল্লিখিত টেস্টসমূহ করা হয়। ওয়্যারিং কাজ শেষে উল্লিখিত টেস্টসমূহের সন্তোষজনক ফলাফলের ভিত্তিতে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়া যাবে। কাজের মাধ্যমে উল্লিখিত বিষয়ে বাস্তব অভিজ্ঞতা দক্ষতা অর্জনের লক্ষ্যেই এ জবের উদ্দেশ্য।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: জবের কাজ সঠিকভাবে করতে যে সমস্ত টুলস এর প্রয়োজন সেগুলো-

১। মেগার ৫০০/১০০০ ভোল্ট	২। কম্বিনেশন প্লায়ার্স
৩। কানেকটিং প্লায়ার্স	৪। আর্থ টেস্টার
৫। টেস্ট ল্যাম্প/বাতি	৬। নিয়ন টেস্টার
৭। এভোমিটার।	

প্রয়োজনীয় মালামাল:

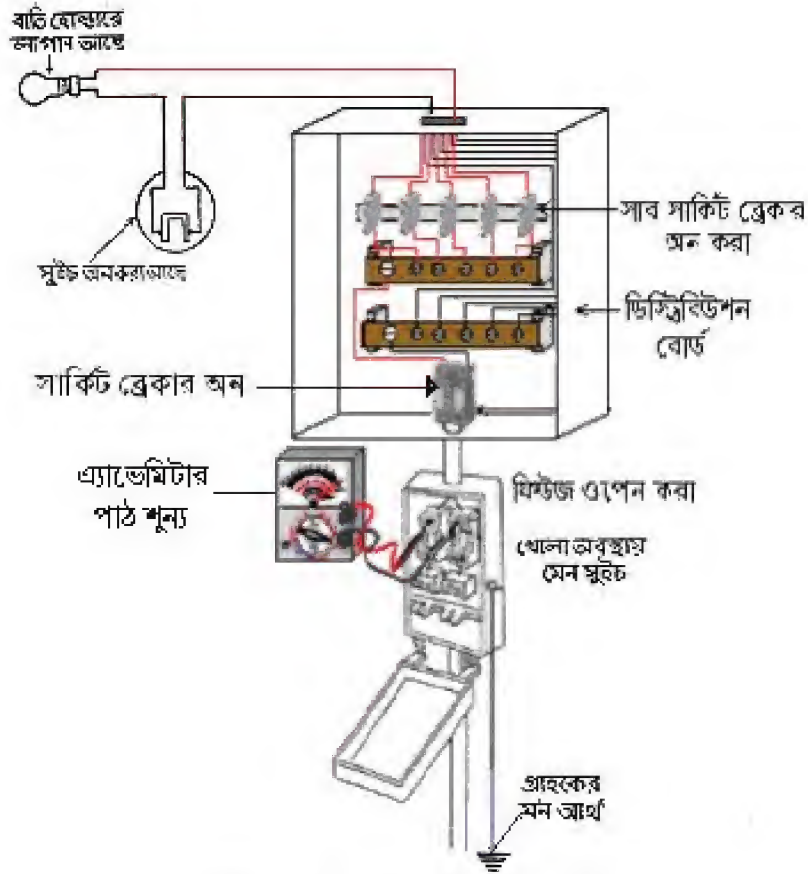
- ১। পিভিসি ক্যাবল / তার বা ওয়্যারিং তার,
- ২। সাহায্যকারী আর্থ ইলেকট্রোড।

কন্টিনিউয়িটি টেস্ট: ওয়্যারিং এর প্রতিটি লোড/ সেকশনের কন্টিনিউয়িটি ঠিক আছে কিনা তা জানতে যে এ টেস্ট করা হয়।

কার্যধারা: ওয়্যারিং এর কন্টিনিউয়িটি বা নিরবচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করার জন্য নিম্নের ধাপসমূহ অনুসরণ করতে হয়। ইনস্ট্রুমেন্ট হিসেবে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্টার মেগার/ওহমমিটার/কন্টিনিউয়িটি টেস্টার নিতে হবে।

- ১। ওয়্যারিং এ ব্যবহৃত মেইন সুইচ 'অফ' করে এবং ফিউজ খুলে নিয়ে সরবরাহ সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন করতে হবে।
- ২। বাতি এবং পাখাসহ সকল লোড নির্দিষ্ট হোল্ডারে কিংবা টার্মিনালে লাগিয়ে রাখতে হবে, অথবা সকল পয়েন্টের টার্মিনালসমূহ শর্ট করে রাখতে হবে।
- ৩। ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ডের সকল সার্কিট ব্রেকার 'অন' করে রাখতে হবে, কিংবা ফিউজ থাকলে এগুলো লাগিয়ে রাখতে হবে।
- ৪। সকল লোডের সুইচ সমূহ 'অফ' করে রাখতে হবে।

নিচের চিত্রানুযায়ী মিটার সংযুক্ত করে একটি সুইচ 'অন' করে ইন্সট্রুমেন্টটির পাঠ নিতে হবে। এবার সুইচটি অফ করে অপর একটি সুইচ 'অন' করে আবার পাঠ নিতে হবে। এভাবে সমস্ত ওয়্যারিং এর সবগুলো সার্কিট পরীক্ষা করতে হবে। সুইচটি 'অন' করলে ইন্সট্রুমেন্টের রিডিং প্রায় শূন্য (০) হবে সেই সুইচের আওতাভুক্ত সার্কিটটির কন্টিনিউয়িটি ঠিক আছে।



চিত্র: ওয়্যারিং এর কন্টিনিউয়িটি টেস্ট।

অপরদিকে যে সুইচটি 'অন' অবস্থায় ইলেক্ট্রমেট শূন্য অপেক্ষা বেশি যে কোন পাঠ দেয় সেই সুইচের আওতাভুক্ত সার্কিটটির কন্টিনিউয়িটি নিরবিচ্ছিন্ন নয়। কোন সুইচের আওতাভুক্ত সার্কিটটির কন্টিনিউয়িটি ঠিক না থাকলে তা ত্রুটিযুক্ত করে কন্টিনিউয়িটি ঠিক করে দিতে হবে। এভাবে কোন ওয়্যারিং এর কন্টিনিউয়িটি পরীক্ষা করতে হয়। এ টেস্ট সেপার বা টেস্ট বাতির সাহায্যেও করা যায়।

সুইচের পোলারিটি টেস্ট: বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং ব্যবহৃত সকল সুইচ কেন্দ্র ভাবে আছে তা নিশ্চিত হওয়ার জন্য এ টেস্ট করা হয়। শিরন টেস্টার/ট্রেন্স বাতি/সেপার ব্যবহারে এ টেস্ট করা যায়।

শিরন টেস্টারের মাধ্যমে পরীক্ষা: এ পদ্ধতির মাধ্যমে সবচেয়ে সহজে এবং দ্রুত সুইচের পোলারিটি টেস্ট করা যায়। টেস্টারের অগ্রভাগ সুইচ টার্মিনালে লাগিয়ে অপর প্রান্তে বুচ্চামুনি স্পর্শ (অর্থ) করলে যদি টেস্টারের শিরন ল্যাম্পটি জ্বলে তবে বুঝতে হবে সুইচের পোলারিটি সঠিক আছে।

কিন্তু সরবরাহ দিলে সহজেই এ টেস্ট করা যায়। টেস্ট ল্যাম্পের একপ্রান্তে আর্থের সাথে এবং অন্য প্রান্তে সুইচ অন করে সুইচের অন্য কোন প্রান্তে স্পর্শ করতে হবে। যদি টেস্ট ল্যাম্প জ্বলে উঠে, তবে বুঝতে হবে পোলারিটি ঠিক আছে। অর্থাৎ সুইচ লাইভ লাইন বা কেন্দ্র ভাবে সংযোগ আছে। আর বাতি না জ্বলে বুঝতে হবে পোলারিটি

ঠিক নাই অর্থাৎ সুইচ নিউট্রাল লাগানো আছে। বিদ্যুৎ সরবরাহ না থাকলে Continuity tester বা Avometer অথবা ইনসুলেশন টেস্টিং মেগার ব্যবহার করা হয়।

ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট/পরিমাপকরণ: দুইটি পরিবাহী বা ফেজ ও নিউট্রালের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স পরীক্ষা করা যায়। এ কাজে-

- ১। মেইন সুইচ খোলা থাকবে কিন্তু অন্যান্য ফিউজ সঠিকভাবে লাগান থাকবে।
- ২। ব্যবহৃত ডিভাইস বা লোডসমূহ খোলা থাকবে অর্থাৎ হোল্ডার হতে সকল বাতিগুলো খুলে ফেলতে হবে এবং যে সমস্ত হোল্ডারে শর্ট সংযোগ আছে তাদের খুলে ফেলতে হবে। পাখা থাকলে তার সংযোগও খুলে ফেলতে হবে।
- ৩। সকল সুইচসমূহ 'অন' থাকবে।
- ৪। মেইন সুইচ এর দুইটি টার্মিনাল মেগার এর L এবং E প্রান্তের সাথে লাগাতে হবে।
- ৫। মেগার এর হাতল ঘুরালে ডায়ালের উপর কাঁটাটি যে মান নির্দেশ করবে সে মানই হবে দুইটি পরিবাহীর মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স। এই ক্ষেত্রে মেগারের পাঠ যদি ইনফিনিটি (∞) ন্যূনতম $1M\Omega$ দেখায় তাহলে বুঝতে হবে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স সঠিক আছে। আর যদি $1M\Omega$ এর কম দেখায় তাহলে বুঝতে হবে ওয়্যারিংয়ে লিকেজ আছে। আবার যদি মেগারের পাঠ শূন্য দেখায় তাহলে ওয়্যারিং এ শর্ট সার্কিট রয়েছে। এভাবে ফেজ তার ও নিউট্রাল কিংবা দুইটি পরিবাহী তারের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট করা হয়।

কন্ডাক্টর ও আর্থের মধ্যে ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স টেস্ট করতে যেভাবে কাজ করতে হবে তা হলো। আগের অধ্যায়ের চিত্র অনুযায়ী নিচের ধাপ অনুসরণে জবটি সম্পূর্ণ করা সম্ভব।

- ১। মেইন সুইচ অফ করে তার ফিউজ খুলে নিতে হবে।
- ২। বাকী সমস্ত সুইচ অন থাকবে।
- ৩। কনজিউমিং ডিভাইসসমূহ লাগান থাকবে।
- ৪। মেইন সুইচের লোড প্রান্তের টার্মিন্যাল দুইটি শর্ট করতে হবে।
- ৫। শর্ট প্রান্তে মেগার L পয়েন্ট এবং E আর্থ এর সাথে সংযোগ করতে হবে।
- ৬। মেগার এর হাতল ঘুরালে পয়েন্টার যা নির্দেশ করবে তাই আর্থ টু কন্ডাক্টর এর ইনসুলেশন রেজিস্ট্যান্স। এ মান যদি শূন্য (০) নির্দেশ করে তবে বুঝতে হবে কন্ডাক্টর ও আর্থ এর মধ্যে শর্ট সার্কিট হয়েছে।

অব নং: ২৩

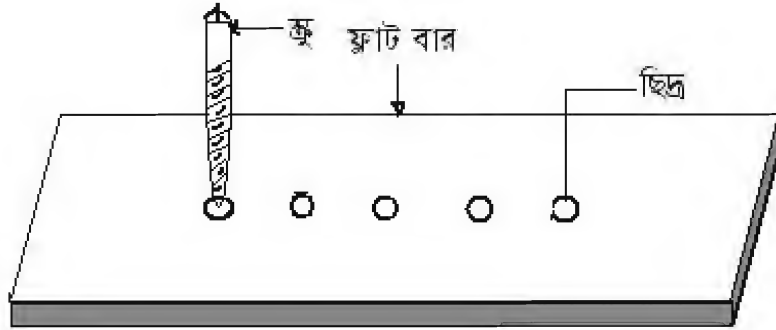
অবের নাম: খাতব বার (তামা/ লোহা) দিয়ে বিভিন্ন ধরনের বাসবার তৈরি করা।

অবের উদ্দেশ্য: মেইন সার্কিটকে সাব-সার্কিটে বিভক্ত করার জন্য বাসবার ব্যবহার করা হয়। লোহার ক্লট বার দিয়ে বাসবার তৈরি করে দক্ষতা অর্জন করাই উদ্দেশ্য।

প্রয়োজনীয় বস্তুসামগ্রি: এ কাজে যে সমস্ত বস্তুসামগ্রি প্রয়োজন সেগুলো হলো-

১. ব্রেডবোর্ড হ্যাক'স' ২. ক্লট কাহিল ৩. নাইফ কাহিল ৪. পাক ৫. ইলেকট্রিক ড্রিল মেশিন ৬. ডাই এন্ড স্টক ৭. পরিমাপক কিছা ইত্যাদি।

প্রয়োজনীয় সালামালি: এ কাজে শুধু প্রয়োজনীয় মাপের ক্লট বার, জু প্রয়োজন।



কাজের ধারা: যে ধারাবাহিক পদ্ধতিতে কাজটি করতে হবে তা হলো-

১. প্রয়োজনীয় মাপের ক্লট বার কেটে নিতে হবে।
২. কাহিল দিয়ে ক্লট বার এর সাইড মসৃণ করতে হবে।
৩. নির্দিষ্ট সাইজের ড্রিল বিট দিয়ে ইনকামিং ও আউট গোরিং সাইন সংযোগের জন্য ক্লট বারে প্রয়োজনীয় সংখ্যক ছিদ্র করে নাট-বোল্ট লাগাতে হবে।
৪. ডাই এন্ড স্টক ব্যবহার করে ছিদ্রগুলোতে নাট-বোল্ট আটকাতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে যে সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে-

১. সাবখানে হ্যাক'স' ব্যবহার করতে হবে।
২. সঠিক মাপের ড্রিল বিট দিয়ে ছিদ্র করতে হবে।

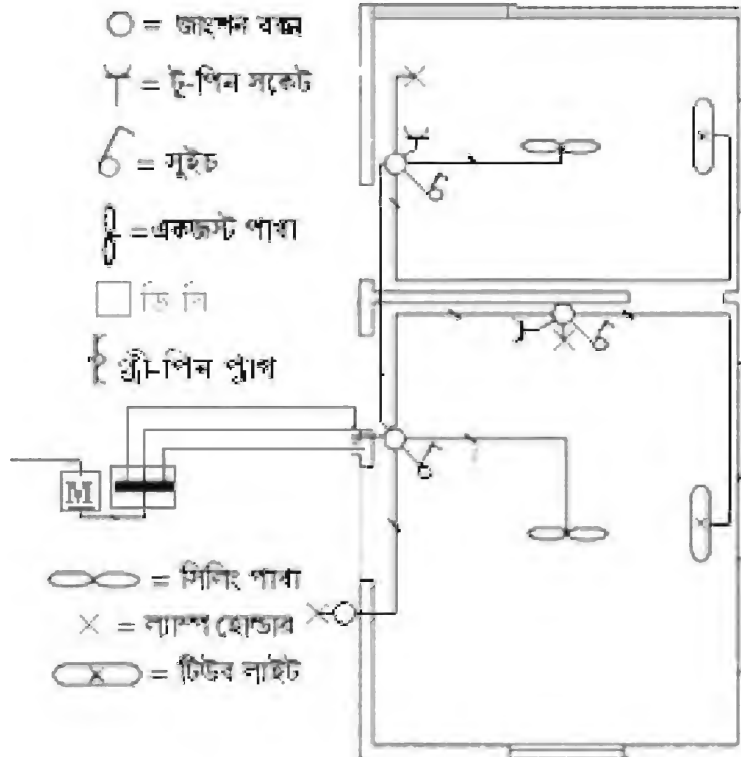
জব নং: ২৪

জবের নাম: ওয়্যারিং বুথে দুই রুম বিশিষ্ট একটি বাসগৃহে চ্যানেল পদ্ধতিতে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করা।

জবের উদ্দেশ্য: নিম্নলিখিত বিষয়গুলো সমাধা করা এবং বাস্তব দক্ষতা অর্জনই এ জবের উদ্দেশ্য।

১. ওয়্যারিং বুথে দুই রুম বিশিষ্ট একটি বাসগৃহে চ্যানেল পদ্ধতিতে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করতে সরঞ্জামাদি/মালামাল বাছাই করা।
২. প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন করে সংগ্রহ করা।
- ৩। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী দাগ টানা।
- ৪। ওয়্যারিং বুথের দেয়ালে ও ছাদে রাওয়াল প্লাগ দিয়ে চ্যানেল আটকানো, জয়েন্ট বক্স, সুইচ বোর্ড, মেইন সুইচ, ডিবি ইত্যাদি স্থাপন।
- ৫। চ্যানেলে তার ঢুকানো এবং চ্যানেলের কভার আটকানো।
- ৬। জয়েন্ট বক্সে তারের সংযোগ স্থাপন।
- ৭। সুইচ, সকেট, টিউব লাইট হোল্ডারে তারের সংযোগ স্থাপন।
- ৮। সংযোগ পর্যবেক্ষণ এবং চেক করা এবং
- ৯। লোড সংযুক্ত করে বিদ্যুৎ সরবরাহে দেওয়ার বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন।

ওয়্যারিং লে-আউট ডায়াগ্রাম: নিচের ডায়াগ্রাম অনুযায়ী ওয়্যারিং বুথে চ্যানেল বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।



প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজারিং টুলস বা পরিমাপক ফিতা	১৪	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১৫	ফ্লাট ক্লু ড্রাইভার
৩	ফ্লাট নোজ প্লায়ার্স	১৬	বলপিন হ্যামার
৪	ক্রসপিন হ্যামার	১৭	টেনন 'স'
৫	সফট হ্যামার বা মেলেট	১৮	হ্যান্ড ড্রিল
৬	ক্লো হ্যামার	১৯	রাওয়াল প্লাগ টুলস্
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	২০	হ্যাক'স'
৮	নিয়ন টেস্টার	২১	জিমলেট
৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	২২	ফিলিপস ক্লু ড্রাইভার
১০	এডজাস্টেবল বা স্লাইড রেঞ্জ	২৩	কানেক্টিং ক্লু ড্রাইভার
১১	লং নোজ প্লায়ার্স	২৪	দাগ টানার সূতা
১২	পৌকার	২৫	চিজেল ইত্যাদি।
১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স		

প্রয়োজনীয় মালামাল: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।

কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে।

পিয়ানো সুইচ	টু-পিন সকেট
সিলিং রোজ	সিলিং ফ্যান, সুইচ রেগুলেটরসহ
চ্যানেল	সুইচ বোর্ড
জয়েন্ট বক্স	উড ক্লু
সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)	ইনসুলেটিং টেপ
টিউব লাইট	এনার্জি সেভিং বাতি
সার্কিট বেকার	তার কাঁটা
ওয়্যারিং বোর্ড	মেইন সুইচ
ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	এম সি বি ইত্যাদি।

কাজের ধারা: চ্যানেল ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। বুথে দুই রুমে ওয়্যারিং করার জন্য ওয়্যারিং লে-আউট করতে হবে।
 - ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
 - ৩। লে-আউট অনুযায়ী যে সমস্ত জায়গা দিয়ে চ্যানেল যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টানতে হবে।
 - ৪। প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
 - ৫। লে-আউট অনুযায়ী দেয়াল ও ছাদে চিহ্নিত রেখার উপরে চ্যানেল, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স, ডিবি, মেইন সুইচ বসানোর জন্য নির্দিষ্ট নিয়ম অনুযায়ী রাওয়াল প্লাগ স্থাপন করতে হবে।
 - ৬। ফ্লু দিয়ে প্রয়োজনীয় সাইজের চ্যানেলের বেস আটকাতে হবে।
 - ৭। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি ফ্লু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
 - ৮। বাঁকের স্থানে চ্যানেলের কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে।
 - ৯। চ্যানেল বেস আটকানোর পর চ্যানেলে তার টেনে একই সাথে চ্যানেল কভার লাগাতে বা আটকাতে হবে।
 - ১০। তারপর বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি লাগাতে হবে।
 - ১১। সুইচ, সকেট, হোল্ডার, সিলিংরোজ ইত্যাদিতে তার সংযোগ করতে হবে।
 - ১২। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে এবং টেস্ট ল্যাম্প ও মেগার দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে।
 - ১৩। সবগুলো লোড এর সুইচ অফ রেখে সার্কিটের মেইন সুইচ অন করতে হবে।
 - ১৪। সুইচগুলোকে এক এক করে অন করে জব সম্পাদনের টেস্ট করতে হবে।
 - ১৫। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।
- উল্লিখিত ধাপে ওয়্যারিং করার পর ওয়্যারিং পরীক্ষা করে কাজ সমাপ্ত করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে নিম্নরূপ সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়-

- ১। চ্যানেল সোজাভাবে বসাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। হোল্ডার, সুইচ বোর্ড, মেইন সুইচ ইত্যাদি সঠিকভাবে স্থাপন করতে হবে।
- ৫। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৬। টিউবকে জ্বালানোর সময় না জ্বললে সাবধানে ঘুরাতে হবে।
- ৭। কাজ করার সময় টিউব, এনার্জি বাতি ইত্যাদি যেন নিচে পড়ে না যায়, সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৮। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কীনা চেক করে নিতে হবে।

জব নং: ২৫

জবের নাম: ওয়্যারিং বুথে দুই রুম বিশিষ্ট একটি বাসগৃহের ন্যায় কনসিল্ড কভুইট পদ্ধতিতে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করা।

জবের উদ্দেশ্য: নিম্নলিখিত বিষয়গুলো সমাধা করা এবং বাস্তব দক্ষতা অর্জনই এ জবের উদ্দেশ্য।

- ১। ওয়্যারিং বুথে দুই রুম বিশিষ্ট একটি বাসগৃহে কনসিল্ড কভুইট পদ্ধতিতে বৈদ্যুতিক ওয়্যারিং করতে সরঞ্জামাদি/মালামাল বাছাই।
- ২। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন করে সংগ্রহ করা।
- ৩। ওয়্যারিং লে-আউট অনুযায়ী দাগ টানা।
- ৪। ওয়্যারিং বুথের দে'য়াল কেটে ও ছাদে রাওয়াল প্লাগ দিয়ে কভুইট আটকানো, জয়েন্ট বক্স, সুইচ বোর্ড, মেইন সুইচ, ডিবি ইত্যাদি স্থাপন।
- ৫। প্রয়োজনে কভুইট বাঁকানো এবং ফিস ওয়্যারের মাধ্যমে কভুইট এর মধ্যে প্রয়োজনীয় সংখ্যক তার ঢুকানো।
- ৬। জয়েন্ট বক্সে তারের সংযোগ স্থাপন।
- ৭। সুইচ, সকেট, টিউব লাইট হোল্ডারে তারের সংযোগ স্থাপন।
- ৮। সংযোগ পর্যবেক্ষণ এর মাধ্যমে চেক করা এবং টেস্ট বাতি ও মেগার দিয়ে পরীক্ষা করা।
- ৯। লোড সংযুক্ত করে বিদ্যুৎ সরবরাহে দেওয়ার বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন।

ওয়্যারিং লে-আউট ডায়াগ্রাম: আগের জবের চিত্র অনুযায়ী ওয়্যারিং বুথে কভুইট বসিয়ে সঠিকভাবে সংযোগ প্রদান করতে হবে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: কনসিল্ড কভুইট ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজারিং টুলস বা পরিমাপক ফিতা	৮	নিয়ন টেস্টার
২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু
৩	ফ্ল্যাট নোজ প্লায়ার্স	১০	এডজাস্টেবল বা স্লাইড রেঞ্জ
৪	ক্রসপিন হ্যামার	১১	লং নোজ প্লায়ার্স
৫	সফট হ্যামার বা মেলেট	১২	পৌকার
৬	ক্রো হ্যামার	১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	১৪	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স

১৫	ফ্লাট জু ড্রাইভার	২১	জিমলেট
১৬	বলপিন হ্যামার	২২	ফিলিপস জু ড্রাইভার
১৭	টেনন 'স'	২৩	কানেক্টিং জু ড্রাইভার
১৮	হ্যান্ড ড্রিল	২৪	দাগ টানার সূতা
১৯	রাওয়াল প্রাগ টুলস্	২৫	চিজেল ইত্যাদি।
২০	হ্যাক'স'		

প্রয়োজনীয় মালামাল: কনসিল্ড কন্ট্রাইট ওয়্যারিং করতে যে সমস্ত মালামাল এর প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ। কাজের পরিমাণের উপর মালামালের পরিমাণ নির্ভর করে।

পিয়ানো সুইচ, টু-পিন সকেট	সিলিং রোজ
সিলিং ফ্যান, সুইচ রেগুলেটরসহ	কন্ট্রাইট
সুইচ বোর্ড	জয়েন্ট বক্স
উড জু	সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার (লাল ও কালো)
স্যাডল	ইনসুলেটিং টেপ
টিউব লাইট	এনার্জি সেভিং বাতি
সার্কিট বেকার	তার কাঁটা
ওয়্যারিং বোর্ড	মেইন সুইচ
ডিস্ট্রিবিউশন বোর্ড	এমসি বি
ফিস ওয়্যার	আর্থ তার ইত্যাদি।
এনার্জি সেভিং বাতি	

কাজের ধারা: কনসিল্ড কন্ট্রাইট ওয়্যারিং করতে নিচের পদক্ষেপসমূহ ধারাবাহিকভাবে সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। বুথে দুই রুমে ওয়্যারিং করার জন্য ওয়্যারিং লে-আউট করতে হবে।
- ২। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
- ৩। লে-আউট অনুযায়ী যে সমস্ত জায়গা দিয়ে কন্ট্রাইট যাবে সে সমস্ত জায়গায় দাগ টেনে দেয়াল কেটে কন্ট্রাইট বসাতে হবে।
- ৪। প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।

- ৫। লে-আউট অনুযায়ী দেয়াল কেটে কভুইট, সুইচ বোর্ড এবং জাংশন বক্স, ডিবি, মেইন সুইচ বসাতে হবে।
 - ৬। তারপর নির্দিষ্ট স্থানে সুইচ বোর্ড বেস, জাংশন বক্স বেস ইত্যাদি জু দিয়ে মজবুত ভাবে আটকাতে হবে।
 - ৭। বাঁকের স্থানে কভুইট এর কর্নার/বেন্ড বসাতে হবে এবং প্রয়োজনে সঠিকভাবে কভুইট বাঁকাতে হবে, সাথে ওয়্যারিং তার ঢুকানোর জন্য কভুইটের মধ্যে ফিস ওয়্যার কভুইট বসানোর সময় ঢুকাতে হবে।
 - ৮। কভুইট স্থাপনের পর তার টেনে নিতে হবে।
 - ৯। তারপর বিভিন্ন সরঞ্জাম যেমন সুইচ, সকেট, হোল্ডার, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার ইত্যাদি লাগাতে হবে।
 - ১০। সুইচ, সকেট, হোল্ডার, সিলিংরোজ ইত্যাদিতে তার সংযোগ করতে হবে।
 - ১১। সংযোগগুলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে চেক করতে হবে এবং টেস্ট ল্যাম্প ও মেগার দিয়ে পরীক্ষা করতে হবে।
 - ১২। সবগুলো লোড এর সুইচ অফ রেখে সার্কিটের মেইন সুইচ অন করতে হবে।
 - ১৩। সুইচগুলোকে এক এক করে অন করে জব সম্পাদনের টেস্ট করতে হবে।
 - ১৪। সার্কিটে বিদ্যুৎ সরবরাহ অফ করে লাইনের সকল কম্পোনেন্ট খুলতে হবে।
- উল্লিখিত ধাপে ওয়্যারিং করার পর ওয়্যারিং পরীক্ষা করে কাজ সমাপ্ত করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: বৈদ্যুতিক কাজে সর্বদা সাবধান থেকে কাজ করতে হবে এবং সঠিক কাজ করার জন্য নিচের বিষয়গুলো মেনে কাজ করা উচিত।

- ১। কভুইট সোজাভাবে বসাতে হবে এবং পদ্ধতি মোতাবেক বাঁকাতে হবে।
- ২। তারের জয়েন্ট সঠিকভাবে দিতে হবে এবং সংযোগস্থল টেপিং করতে হবে।
- ৩। হ্যান্ড টুলস এর যথাযথ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।
- ৪। হোল্ডার, সুইচ বোর্ড, মেইন সুইচ ইত্যাদি সঠিকভাবে স্থাপন করতে হবে।
- ৫। সংযোগ যেন সঠিক ও পর্যাপ্ত টাইট হয়।
- ৬। টিউবকে জ্বালানোর সময় না জ্বললে সাবধানে ঘুরাতে হবে।
- ৭। কাজ করার সময় টিউব, এনার্জি বাতি ইত্যাদি যেন নিচে পড়ে না যায়, সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে।
- ৮। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কিনা চেক করে নিতে হবে।

জব নং: ২৬

জবের নাম: প্রজেক্ট তৈরির দক্ষতা অর্জন করা।

জবের উদ্দেশ্য: প্রজেক্ট তৈরির মাধ্যমে নিম্নলিখিত বিষয়গুলোতে বাস্তব দক্ষতা অর্জনই এ জবের উদ্দেশ্য।

- ১। মানসম্মত প্রজেক্ট তৈরী করার দক্ষতা অঙ্কন করতে পারবে।
- ২। প্রজেক্ট তৈরির প্রয়োজনীয় মালামাল ও যন্ত্রপাতি নির্বাচন করতে পারবে।
- ৩। প্রজেক্টের সার্কিট চিত্র অঙ্কন করতে পারবে।
- ৪। প্রজেক্টের সার্কিট অনুযায়ী সংযোগ করতে পারবে।

প্রজেক্ট লে-আউট ডায়াগ্রাম: বাছাইকৃত প্রজেক্টের লে-আউট চিত্র আঁকতে হবে এবং ভালোভাবে বুঝতে হবে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: প্রজেক্ট তৈরি করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন হয় সেগুলো নিম্নরূপ।

ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম	ক্র: নং	যন্ত্রপাতির নাম
১	মেজারিং টুলস বা পরিমাপক ফিতা	১৪	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
২	কম্বিনেশন প্লায়ার্স	১৫	ফ্ল্যাট জু ড্রাইভার
৩	ফ্ল্যাট নোজ প্লায়ার্স	১৬	বলপিন হ্যামার
৪	ক্রসপিন হ্যামার	১৭	টেনন 'স'
৫	সফট হ্যামার বা মেলেট	১৮	হ্যান্ড ড্রিল
৬	ক্রো হ্যামার	১৯	রাওয়াল প্লাগ টুলস্
৭	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	২০	হ্যাক'স'
৮	নিয়ন টেস্টার	২১	জিমলেট
৯	ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ বা চাকু	২২	ফিলিপস জু ড্রাইভার
১০	এডজাস্টেবল বা স্লাইড রেঞ্জ	২৩	কানেষ্টিং জু ড্রাইভার
১১	লং নোজ প্লায়ার্স	২৪	দাগ টানার সূতা
১২	পৌকার	২৫	চিজেল ইত্যাদি।
১৩	ওয়্যার স্ট্রিপিং প্লায়ার্স		

এ মালামালগুলো বা প্রজেক্ট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল ও যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করতে হবে।

কাজের ধারা: প্রজেক্ট তৈরি করতে নিম্ন লিখিত কাজগুলো সম্পন্ন করতে হবে-

- ১। প্রজেক্ট অনুযায়ী যন্ত্রপাতি সংগ্রহ করতে হবে।
 - ২। প্রজেক্ট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় টুলস সংগ্রহ করতে হবে।
 - ৩। প্রজেক্ট অনুযায়ী প্রয়োজনীয় মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
 - ৪। ধাপে ধাপে কাজ সম্পন্ন করতে হবে।
- উল্লিখিত ধাপে কাজে করে পরীক্ষা করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: প্রজেক্ট অনুযায়ী কাজে সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে-

- ১। যন্ত্রপাতি সঠিকভাবে ব্যবহার করতে হবে।
- ২। সার্কিট ডায়াগ্রাম অনুযায়ী সঠিকভাবে সংযোগ হলো কীনা চেক করে নিতে হবে।

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২ (দ্বিতীয় পত্র)

দশম শ্রেণি

বিষয় কোড: ৯০২৪

প্রথম অধ্যায়

সেল ও ব্যাটারি

(Cell and Batery)

এসি ও ডিসি বিদ্যুৎ শক্তির মধ্যে ডিসি বিদ্যুৎ শক্তির নির্ভরশীলতা অনেক বেশি। এ শক্তি একসাথে বেশি পরিমাণে উৎপন্ন করা যায় না কিন্তু এ শক্তির প্রয়োজনীয়তা অনেক ক্ষেত্রেই অপরিহার্য। ইলেকট্রোপ্লেটিং, টেলিফোন সিস্টেম, বিদ্যুৎ এর সঞ্চয় এ ধরনের ঘটনায় ডিসি বিদ্যুৎ জড়িত। ডিসি বিদ্যুৎ উৎপাদনের ক্ষেত্রে প্রধান উৎস সেল ও ব্যাটারি। বিশ্বস্ততার জন্য এ ধরনের শক্তি বহুল ব্যবহৃত হয়। যে যন্ত্রের সাহায্যে রাসায়নিক শক্তি থেকে নিরবিচ্ছিন্নভাবে বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়, তাকে বৈদ্যুতিক সেল বা বিদ্যুৎ কোষ বলে। বিদ্যুৎ সেল মূলত ইলেকট্রো-কেমিক্যাল বিদ্যুৎ উৎপাদন ইউনিট, যা নিয়মিত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিদ্যুৎ উৎপাদন ও সরবরাহ করে। বিদ্যুৎ কোষ প্রধানত দুই ধরনের হয়।

১. প্রাইমারি বা মৌলিক সেল এবং ২. সেকেন্ডারি বা সঞ্চয়ক সেল।

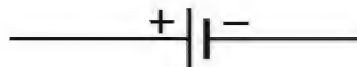
সেলে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ ও ইলেকট্রোড এর উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন নামকরণ করা হয়ে থাকে। বিশ্বস্ততাসহ এর বহুবিধ সুবিধার জন্য দিন দিন এর ব্যবহার বেড়েই চলেছে।

এ অধ্যায় পাঠে সেল, ব্যাটারি ও সেলের শ্রেণিবিভাগ সম্পর্কে জানতে পারবে।

১.১ সেলের সংজ্ঞা: যে যন্ত্রের সাহায্যে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করা যায়, তাকে সেল বলে। একে তড়িৎ কোষও বলা হয়। সেলের ভিতর স্থির মানের ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়, যার ফলে বদ্ধ সার্কিটে ডাইরেক্ট কারেন্ট প্রবাহের (ডিসি) সৃষ্টি হয়।

এ কাজের জন্য অপরিবাহী পাতের মধ্যে, ভিন্নধর্মী দুইটি ধাতব পাত ও রাসায়নিক পদার্থ রাখলে, রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। লোড সংযুক্ত করে সার্কিটের আবদ্ধ অবস্থায় বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। সেলে উৎপন্ন ভোল্টেজ সেলের ইলেকট্রোডের আয়তনের উপর নির্ভর করে না, উহার উপাদান বা এ্যাকটিভ পদার্থের পরিমাণ ও গুণাগুণের উপর নির্ভর করে। আর তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ উহার উপাদানের পরিমাণ ও গুণাগুণের উপর নির্ভর করে।

সেলের উপাদানসমূহ: (ক) পজিটিভ পাত বা ইলেকট্রোড ও নেগেটিভ পাত বা ইলেকট্রোড এবং (খ) রাসায়নিক পদার্থ বা ইলেকট্রোলাইট।

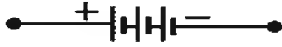


চিত্র ১.১: সেলের প্রতীক।



চিত্র ১.২: সেলের গঠন।

১.২ ব্যাটারির সংজ্ঞা (The meaning of Batery): কতকগুলো তড়িৎ কোষ বা সেল এর সংযোগকে ব্যাটারি বলে। ব্যাটারিতে একাধিক সেল যুক্ত থাকে। সাধারণভাবে প্রতিটি ড্রাই সেলে ১.৫ ভোল্ট, লিড এসিড সেলে ২.২ ভোল্ট উৎপন্ন হয় এবং উৎপাদিত শক্তির পরিমাণ সীমিত। নিচে ব্যাটারির প্রতীক ও গঠন দেখানো হলো।



চিত্র ১.৩: ব্যাটারির প্রতীক



চিত্র ১.৪: ব্যাটারির গঠন।

ভোল্টেজ বা কারেন্টের পরিমাণ বা উভয়ই বৃদ্ধির জন্য প্রয়োজনীয় সংখ্যক সেলের সংযোগ করে ব্যাটারি তৈরি করা হয়। ভোল্টেজ বৃদ্ধি করতে সেলের সিরিজ সংযোগ, কারেন্ট বৃদ্ধিতে প্যারালাল সংযোগ এবং ভোল্টেজ ও কারেন্টের বৃদ্ধিতে মিশ্র সংযোগ করা হয়। সংযুক্ত সেলের পরিমাণ লোডের চাহিদার উপর নির্ভর করে।

১.৩ সেলের শ্রেণিবিভাগ: সেল দুই ধরনের।

(ক) প্রাইমারি সেল বা মুখ্য সেল ও (খ) সেকেন্ডারি সেল বা গৌণ সেল।

(ক) প্রাইমারি সেল: যে সেল বা বিদ্যুৎ কোষ এর শক্তি একবার শেষ হলে চার্জ করে পুনরায় ব্যবহার করা যায় না, তাকে প্রাইমারি সেল বা মুখ্য কোষ বলে। লেকল্যাল সেল, ড্যানিয়েল সেল এবং ড্রাই সেল ইত্যাদি প্রাইমারি সেলের শ্রেণিভুক্ত। বর্তমানে এ ধরনের সেলের ব্যবহার সীমিত। প্রাইমারি সেলে রাসায়নিক পদার্থগুলোর ক্রিয়া বন্ধ হয়ে গেলে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হয়। তখন সে সেল আর ব্যবহার করা যায় না। এ ধরনের সেল ক্যালকুলেটর, ঘড়ি, টর্চলাইট ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের সেল হতে একই রকম ভোল্টেজে বিদ্যুৎ সরবরাহ পাওয়া যায় না। ব্যবহারের ফলে ক্ষমতা শেষ হওয়ার আসেই ভোল্টেজ কিছুটা কমে যায়।

(খ) সেকেন্ডারি সেল: যে সেল বা বিদ্যুৎ কোষ এর শক্তি একবার শেষ হলে তা পুনরায় চার্জ করে ব্যবহার করা যায়, তাকে সেকেন্ডারি সেল বলে। ইহাকে সঞ্চয়ী বিদ্যুৎ কোষও বলা হয়। চার্জের দ্বারা বিদ্যুৎ শক্তি রাসায়নিক শক্তিতে এবং ব্যবহারের সময় রাসায়নিক শক্তি, বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ব্যবহারের ফলে চার্জ শেষ হলে আবার চার্জ করে উক্ত সেল আবার ব্যবহার করা যায়।

যে রাসায়নিক শক্তির বিক্রিয়ার ফলে তড়িৎ শক্তির উদ্ভব হয় সেই রাসায়নিক শক্তি সেলের মধ্যে সঞ্চিত থাকে বলে এর নামকরণ হয়েছে সঞ্চয়ী সেল। লিড এসিড সেল, অ্যালকালি সেল ইত্যাদি সেকেন্ডারি সেলের শ্রেণিভুক্ত। বর্তমানে সেকেন্ডারি সেল ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। মোটর গাড়ি চালু করতে, সাবস্টেশনের নিয়ন্ত্রণ কাজে, রেলের সিগন্যালে, টেলিফোন একচেঞ্জে, যানবাহন চালনা ইত্যাদি ক্ষেত্রে ইহা ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের সেকেন্ডারি সেল হতে প্রায় একই রকম ভোল্টেজ এ বিদ্যুৎ সরবরাহ পাওয়া যায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সেল কী?
- ২। সেলের শ্রেণিবিভাগ উল্লেখ কর।
- ৩। সেল এ কোন ধরনের ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়?
- ৪। সেকেভারি সেলের উদাহরণ দাও।
- ৫। প্রাইমারি সেলের উদাহরণ দাও।
- ৬। সেল এর প্রধান দুইটি অংশ কী কী?
- ৭। সেলে উৎপন্ন ই এম এফ কিসের উপর নির্ভর করে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সেল বলতে কী বোঝায়?
- ২। ব্যাটারি কাকে বলে?
- ৩। সেকেভারি সেল বলতে কী বোঝায়?
- ৪। সেল ও ব্যাটারির মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সেল ও ব্যাটারির মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।

দ্বিতীয় অধ্যায়

সাধারণ সেল ও ড্রাই সেল

General cell and Dry cell

যে বিদ্যুৎ উৎপাদন ইউনিটের সাহায্যে রাসায়নিক শক্তি থেকে নিরবিচ্ছিন্নভাবে বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়, তাকে বৈদ্যুতিক সেল বা বিদ্যুৎ কোষ বলে। বিদ্যুৎ সেল মূলত ইলেকট্রো-কেমিক্যাল বিদ্যুৎ উৎপাদন ইউনিট, যা নিয়মিত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিদ্যুৎ উৎপাদন ও সরবরাহ করে।

সেলে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ ও ইলেকট্রোড এর উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন নামকরণ করা হয়ে থাকে।

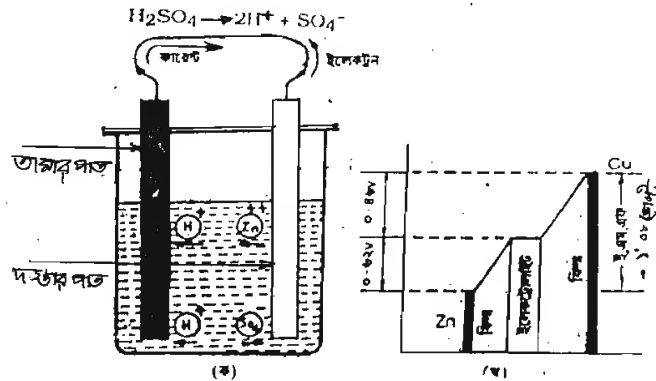
এ অধ্যায়ে সাধারণ সেলের গঠন, প্রকারভেদ, কার্যপ্রণালি এবং বিভিন্ন ধরনের ত্রুটি ও সেগুলো দূরীকরণের উপায় নিয়ে আলোচনা হবে।

২.১ সাধারণ সেল বা ভোল্টাইক সেলের গঠন ও কার্যপ্রণালি: বিখ্যাত বিজ্ঞানী আলেকসান্দ্রো ভোল্টা ১৭৯৪ খ্রিস্টাব্দে এ সেল সর্বপ্রথম আবিষ্কার করেন। পরীক্ষায় দেখা গেছে দুইটি ভিন্ন ধর্মের ধাতব পদার্থ (দস্তা ও কার্বন বা তামা) আলাদা রেখে লঘু বা পাতলা এসিড দ্রবণের মধ্যে ডুবালে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স বা ইএমএফ উৎপন্ন হয়। এসিডের মধ্যে ডুবানো ধাতব পদার্থকে ইলেকট্রোড বলে। এক্ষেত্রে দস্তার দণ্ড নেগেটিভ ইলেকট্রোড ও তামা বা কার্বন দণ্ড পজিটিভ ইলেকট্রোড হিসেবে কাজ করে। আর এসিড দ্রবণের নাম ইলেকট্রোলাইট। সাধারণ সেল বা ভোল্টার সেলে ইলেকট্রোড হিসেবে দস্তা ও তামা এবং ইলেকট্রোলাইট হিসেবে পাতলা সালফিউরিক এসিড ব্যবহার করা হয়। নিচে সাধারণ সেলের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা করা হয়েছে।

গঠন প্রণালি: সাধারণ বিদ্যুৎ কোষ বা সেল নিম্নলিখিত উপাদানগুলো নিয়ে গঠিত।

- (ক) পজিটিভ ইলেকট্রোড হিসেবে তামা বা কপার,
- (খ) নেগেটিভ ইলেকট্রোড হিসেবে দস্তা বা জিংক এবং
- (গ) ইলেকট্রোলাইট হিসেবে পাতলা সালফিউরিক এসিড।

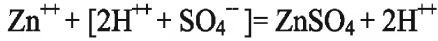
রাসায়নিক বিক্রিয়া: সালফিউরিক এসিডে পানি মিশানোর ফলে এসিডের অণুগুলো বিভক্ত হয়ে নিম্নের সমীকরণ অনুযায়ী ধনাত্মক হাইড্রোজেন আয়ন, $2H^+$ ও ঋণাত্মক সালফেট SO_4^- আয়ন সৃষ্টি হয়।



চিত্র ২.১: একটি সাধারণ ভোল্টার সেল।

এ আয়নগুলো এসিড দ্রবণের মধ্যে বিক্ষিপ্তভাবে ঘুরে বেড়ায়। দস্তার পরমাণুর ইলেকট্রন ও নিউক্লিয়াসের মধ্যে আকর্ষণ কম বলে কিছু ইলেকট্রন পারমাণবিক শূন্য স্থানে চলে আসে বা বিচ্যুত হয়ে যায় এবং ধনাত্মক চার্জ যুক্ত Zn^{++} আয়ন সৃষ্টি করে। যে বিক্রিয়া নিম্নরূপ, $Zn = Zn^{++} + 2e^{-}$

দস্তার এ ধনাত্মক আয়ন Zn^{++} এসিডের ঋণাত্মক আয়ন SO_4^{--} কে আকর্ষণ করে বিদ্যুৎ নিরপেক্ষ জিংক সালফেট, $ZnSO_4$ অনু গঠন করে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমীকরণটি নিম্নরূপঃ

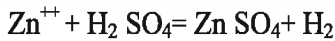


বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জিংক সালফেট ($ZnSO_4$) অনুগুলো পাত্রের তলদেশে সাদা কণিকা রূপে জমা হয়। দস্তার পাত হতে ঋণাত্মক চার্জ বা আয়ন এসিড দ্রবণে চলে যাওয়ায় দস্তার পাতটি ধনাত্মক চার্জ (Zn^{++}) যুক্ত হয়। অপরদিকে ধনাত্মক Zn^{++} দ্বারা এসিডের ধনাত্মক আয়ন $2H^{++}$ বিকর্ষিত হয়ে তামার পাতের দিকে ধাবিত হয়, যা তামার ঋণাত্মক আয়ন (ইলেকট্রন) কে আকর্ষণ করে বের করে আনে এবং তামার পাতকে ধনচার্জ বিভব প্রাপ্ত করে। হাইড্রোজেন আয়ন নিজে নিক্রিয় হাইড্রোজেন গ্যাসের অনু হিসেবে বুদবুদ আকারে বের হয়ে বায়ুমণ্ডলে মিশে যায়।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে তামার দণ্ড ধনাত্মক চার্জ অর্থাৎ উচ্চ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয় আর দস্তার দণ্ড ঋণাত্মক চার্জ অর্থাৎ নিম্ন ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়। যতক্ষণ পর্যন্ত না এসিড দ্রবণের সাপেক্ষে তামার দণ্ডের ভোল্টেজ +0.46 ভোল্ট এবং দস্তার দণ্ডের ভোল্টেজ -0.62 ভোল্ট হয়, ততক্ষণ ধরে এ বিক্রিয়া চলতে থাকে। সুতরাং, পাতদ্বয়ের মধ্যে যে মোট ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় তা হলো $\{+0.46 - (-0.62)\} = 1.08$ ভোল্ট। ২.১ নং চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে। তারের সংযোগ ব্যতীত দুই পাতের মধ্যে এ ভোল্টেজই হচ্ছে সেলের বিদ্যুৎ চালক বল বা ইলেকট্রোমোটর ফোর্স সংক্ষেপে যাকে ইএমএফ বলে।

এখন পাত (ইলেকট্রোড) দুইটিকে একটা তামার তার দ্বারা সংযুক্ত করা হলে তারের মধ্যে দিয়ে ইলেকট্রন দস্তার পাত হতে তামার পাতে প্রবাহিত হবে। সুতরাং প্রথাগতভাবে, কারেন্ট উচ্চ ভোল্টেজ সম্পন্ন তামার পাত হতে নিম্ন ভোল্টেজ সম্পন্ন দস্তার পাতে অর্থাৎ ইলেকট্রন প্রবাহের বিপরীত দিকে কারেন্ট প্রবাহিত হবে, যা ২.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে।

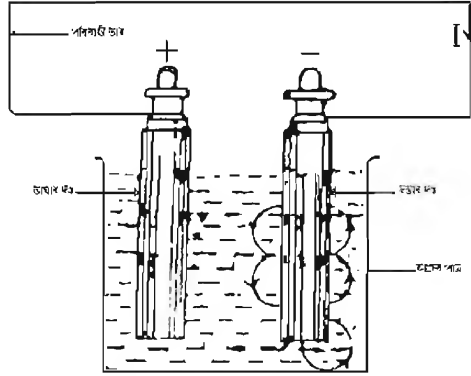
সেলের এ সামগ্রিক কার্য সম্পাদিত হয়ে থাকে নিচের রাসায়নিক বিক্রিয়া অনুযায়ী।



২.২ ভোল্টাইক সেলের ত্রুটি এবং উহাদের প্রতিকার: সাধারণ বিদ্যুৎ কোষ বা সেলে তিনটি ত্রুটি দেখা যায়। যথা-

- ১। স্থানীয় ক্রিয়া,
- ২। পোলারন বা ছেদন এবং
- ৩। রাসায়নিক ক্রিয়ার হ্রাস।

১। স্থানীয় ক্রিয়া: বাজারে সাধারণত যে দস্তা পাওয়া যায় তা বিশুদ্ধ নয়। এতে অন্যান্য ধাতুর মিশ্রণ থাকে। অর্থাৎ দস্তায় ভেজাল থাকে।

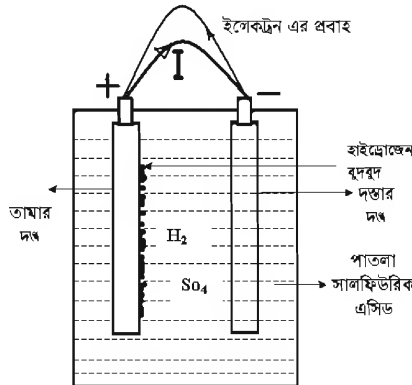


চিত্র ২.২: স্থানীয় ক্রিয়ার ভেজাল।

ভেজাল মিশ্রিত দস্তা এসিডে ডুবালে দস্তা, এসিড ও ভেজাল মিলে ছোট ছোট স্থানীয় কোষ তৈরি করে। দুইটি ভিন্ন ধাতু এসিডের সংস্পর্শে এসে কোষ গঠন করে। এ স্থানীয় কোষগুলোতে যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তা মূল বিদ্যুৎ প্রবাহের সাথে যুক্ত হয় না। পাত দুইটি বাহির হতে সংযুক্ত না থাকলে এসব স্থানীয় কোষে কারেন্ট চলতে থাকে ফলে অম্লারনে দস্তার পাত ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং সেলে এসিডের শক্তি কমে যায়। এতে কোষের কার্যকারিতা ক্রমশঃ হ্রাস পায়। কোষের এ ক্রটিকে স্থানীয় ক্রিয়া বলে।

প্রতিকারের উপায়: বিত্তর দস্তার দণ্ড বা পাত ব্যবহার করে এ ক্রটি এড়ানো যায়। সাধারণ দস্তার পাতের পারদের প্রলেপ লাগাইলে স্থানীয় ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়। এ পদ্ধতিকে অ্যামালগ্যামেটিং অব জিংক বলে।

২। **পোলারন বা ছেদন:** যখন পরিবাহী তার দ্বারা ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহৃত তামা ও দস্তার পাত যুক্ত করা হয় তখন সেলে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ধনাত্মক হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) তামার পাতের দিকে যায় এবং তামার পাতে চার্জ দিয়ে ডিসচার্জ হয়। প্রত্যেক হাইড্রোজেন আয়ন তামার পাত হতে একটি করে ইলেকট্রন নিয়ে হাইড্রোজেন পরমাণু (H_2)-তে পরিণত হয়। হাইড্রোজেন আয়ন যে হারে তামার পাতে যায় হাইড্রোজেন গ্যাস সে হারে তামার পাতের সাহায্যে বের হয়ে আসতে পারে না।



চিত্র ২.৩: সাধারণ সেলের পোলারন ক্রটি।

ফলে তামার পাতের উপর একটি নিষ্কৃতি বা চার্জহীন হাইড্রোজেন গ্যাসের স্তর সৃষ্টি করে। এ অবস্থায় নবাগত হাইড্রোজেন আয়ন আর তামার পাতে পৌঁছাতে পারে না বরং চার্জহীন হাইড্রোজেন গ্যাসের উপর জমা হয়। এক সময় একই জাতীয় হাইড্রোজেন দ্বারা বিকর্ষিত হয়ে দস্তার পাতের দিকে ফিরে যায়। এতে সেলে রাসায়নিক ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায় এবং ইএমএফ হ্রাস পায়। সেলের এ ধরনের ক্রটিকে পোলারন বা ছেদন ক্রটি বলে।

প্রতিকারের উপায়: কিছু সময় পর পর তামার পাতকে ব্রাশ দিয়ে পরিষ্কার করলে এ ক্রটি দূর হয়। এ পদ্ধতি মোটেও ভালো নয়। সেলে এক ধরনের রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করে পোলারন ক্রটি দূর করা যায়। যে রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করে সেলের পোলারন ক্রটি দূর করা যায় সে রাসায়নিক পদার্থকে ডিপোলারাইজার বলে। ড্রাই সেলে ডিপোলারাইজার হিসেবে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ব্যবহার করা হয়। ইহা তামার পাতের চার্জহীন হাইড্রোজেনকে শোষণ করে।

৩। রাসায়নিক ক্রিয়া হ্রাস: বেশি সময় ধরে ব্যবহারের ফলে সেলে রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি কমে যায় এবং কারেন্ট প্রবাহ হ্রাস পায়।

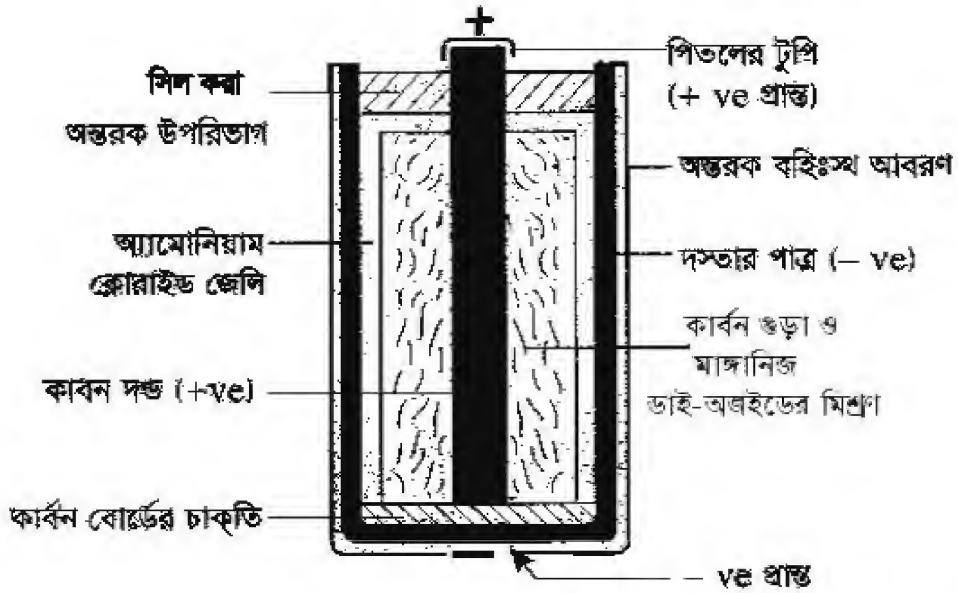
প্রতিকার: সেলে বেশি পরিমাণে কার্যকরী পদার্থ ব্যবহার করে এবং প্রয়োজনে এসিড যুক্ত করে রাসায়নিক ক্রিয়ার গতি বাড়ানো যায়।

সচরাচর ব্যবহৃত কম ওয়াট বা ক্ষমতার ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতিতে প্রাইমারি সেলের অন্তর্গত বিভিন্ন ধরনের ড্রাই সেল ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের সেলে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে মূলত ড্রাই বা পেস্ট বা জেল হিসেবে রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করা হয় বলে এরূপ নামকরণ হয়েছে। বর্তমানে রিচার্জযোগ্য ড্রাই সেলও ব্যাপকভাবে ব্যবহার হচ্ছে।

২.৩ ড্রাই সেলের গঠন: যে সেলে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে ড্রাই বা পেস্ট বা জেলের ন্যায় রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করা হয় তাকে ড্রাই সেল বলে। ড্রাই সেল বাস্তবে ড্রাই নয়, কারণ ইহার ইলেকট্রোলাইট ড্রাই হলে ড্রাই সেল ব্যবহার অনুপযোগি হয়। বাহ্যিক সাইজ অনুসারে ড্রাই সেল তিন ধরনের হয়। (ক) ডি-টাইপ, (খ) মিডিয়াম টাইপ এবং (গ) পেজিল টাইপ। যে অংশগুলো সমন্বয়ে ড্রাই সেল গঠিত সেগুলো নিম্নরূপ :

(ক) কার্বন দণ্ড (খ) ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড (গ) দস্তার পাত্র (ঘ) তামার ক্যাপ (ঙ) এ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (চ) চোষক কাগজ (ছ) শক্ত কাগজ ও গালা বা পিচ, বালি ইত্যাদি।

নিচে ২.৪ নং চিত্রে ড্রাই সেলের অভ্যন্তরীণ গঠন দেখানো হয়েছে। ড্রাই সেলে নেগেটিভ ইলেকট্রোড হিসেবে দস্তার পাত্র ব্যবহার করা হয়। এ পাত্রের মাঝখানে পজেটিভ ইলেকট্রোড হিসেবে সঠিক মাপের কার্বন দণ্ড বসানো থাকে। এ দণ্ডের উপরে পিতল বা তামার ক্যাপ লাগানো থাকে। দস্তার পাত্রে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে পেস্ট বা জেল এর ন্যায় এ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহার করা হয়। কার্বন দণ্ডের চারপাশে ডিপোলারাইজার হিসেবে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড ব্যবহার করা হয়, যা সেলে রাসায়নিক বিক্রিয়ার উৎপাদিত পানিকে চুষে নেয়। তা না হলে দস্তার পাত্র যেন জিংক ক্লোরাইডে পরিণত হয়ে ইলেকট্রোলাইট লিক করতে পারে। কখনও কখনও ড্রাই সেল লিক গ্রুপ করার জন্য দস্তার পাত্রের চারদিকে ইস্পাতের পাতলা পাত দিয়ে মোড়ানো থাকে। ইলেকট্রোলাইট যেন না শুকিয়ে যায় তার জন্য সেলের উপরিভাগ গালা দিয়ে বন্ধ করা হয়। পিতলের বা তামার ক্যাপ ও গালা মাঝে খুব সামান্য ফাঁক থাকে যাতে গ্যাস সৃষ্টি হলে বের হতে পারে। এ স্থানে অনেক সময় বালিও দেওয়া হয়। এর উপর মোটা চোষক কাগজ দিয়ে মোড়ানো হয় এবং তার উপর প্রতিষ্ঠানের লেবেল লাগানো থাকে। প্রতিটি ড্রাই সেলের ইএমএফ ১.৫ ভোল্ট হয়। এ ধরনের সেলের অ্যাম্পিয়ার ক্ষমতা খুব কম হয়ে থাকে।



চিত্র ২.৪: ড্রাই সেলের অভ্যন্তরীণ গঠন।

২.৪ ড্রাই সেলের ব্যবহার: যে সমস্ত কাজে ড্রাই সেল ব্যবহার করা হয় তা হলো-

- ১। ইলেকট্রনিক যন্ত্রিতে
- ২। ক্যালকুলেটরে
- ৩। বিভিন্ন খেলনায়
- ৪। টর্চ লাইটে
- ৫। রেডিও এবং টেপ রেকর্ডারে
- ৬। ক্যামেরায়
- ৭। রিমোট্রে এবং
- ৮। বিভিন্ন পরিমাপক যন্ত্রে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সাধারণ সেলে কী কী জটিল দেখা দেয়?
- ২। সাধারণ সেলে কত ইএমএফ উৎপন্ন হয়?
- ৩। সাধারণ সেলে তামার দণ্ডের কাজ কী?
- ৪। সাধারণ সেল কে আবিষ্কার করেন?
- ৫। সাধারণ সেলে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে কী ব্যবহার করা হয়?
- ৬। সাধারণ সেলের ইলেকট্রোডে ভেজাল থাকায় কোন ধরনের জটিল দেখা দেয়?

- ৭। ড্রাই সেলে নেগেটিভ ইলেকট্রোড হিসেবে কী ব্যবহার করা হয়?
- ৮। ড্রাই সেলে ডিপোলারাইজার হিসেবে কী ব্যবহার করা হয়?
- ৯। ড্রাই সেলে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে কী ব্যবহার করা হয়?
- ১০। ড্রাই সেলে ম্যাগ্নানিজ ডাই-অক্সাইডের কাজ কী?
- ১১। ড্রাই সেলের অসুবিধা কী?
- ১২। প্রতিটি ড্রাই সেলের ইএমএফ কত?
- ১৩। ড্রাই সেল কোন ধরনের সেল?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। পোলারন বলতে কী বোঝায়?
- ২। স্থানীয় ত্রিফা কাকে বলে?
- ৩। সাধারণ সেলে ব্যবহৃত উপাদানগুলোর নাম উল্লেখ কর।
- ৪। ড্রাই সেলের ব্যবহার লেখ।
- ৫। ড্রাই সেলে ব্যবহৃত উপাদানগুলোর নাম লেখ।
- ৬। চিত্র একে ড্রাই সেলের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত বা লেবেল কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সাধারণ সেলের গঠন বর্ণনা কর।
- ২। প্রতিকারের উপায়সহ সাধারণ সেলের ত্রুটিগুলো বর্ণনা কর।
- ৩। চিত্রসহ ড্রাই সেলের গঠন বর্ণনা কর।

তৃতীয় অধ্যায়

লিড এসিড সেল

Lead Acid Cell

সেলের জগতে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয় লিড এসিড সেল। এ সেল দিয়ে তৈরি ব্যাটারির উৎপাদন খরচ অন্যান্য সেকেভারি সেলের তুলনায় কম। যেখানে বিদ্যুৎ সঞ্চয়ের প্রয়োজন হয় সেখানেই ইহা ব্যবহৃত হয়ে থাকে। এ অধ্যায়ে লিড এসিড সেলের গঠন, ব্যবহার, চার্জিং এর নিয়ম, রক্ষণাবেক্ষণ ইত্যাদি নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

৩.১ সঞ্চয়ী বা সেকেভারি সেলের সংজ্ঞা: সেলের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হয়। যে সকল সেল একবার কাজে ব্যবহার করার পর এর সঞ্চিত শক্তি শেষ হয়ে গেলে আবার চার্জ দ্বারা কাজের উপযোগী করা যায়, সেই সকল সেলকে সেকেভারি সেল বলে। এ জাতীয় সেলকে সঞ্চয়ী সেলও বলা হয়। সেকেভারি সেলে বৈদ্যুতিক শক্তি রাসায়নিক শক্তিরূপে জমা থাকে, তাই একে স্টোরেজ সেল বলা হয়। মোটরযানের প্রাথমিক বিদ্যুৎ শক্তির উৎস হলো স্টোরেজ ব্যাটারি বা সেকেভারি ব্যাটারি, যা সেকেভারি সেলের সমন্বয়ে গঠিত।

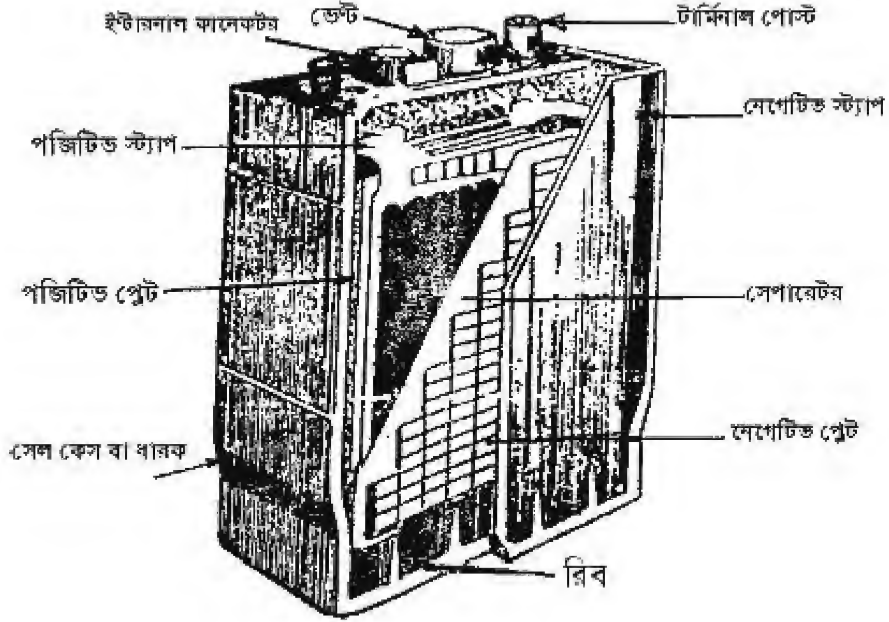
৩.২ লিড এসিড সেলের গঠন এবং কার্যপ্রণালি: নিচে লিড এসিড সেলের গঠন ও কার্যপ্রণালি চিত্রসহ বর্ণনা করা হলো

গঠন : একটি লিড এসিড ব্যাটারির বিভিন্ন অংশ ৩.১ নং চিত্রে দেখানো হয়েছে। সেলের প্রধানত চারটি অংশ থাকে। যথা-

১. পজেটিভ ইলেকট্রোড বা ধনাত্মক পাত বা এ্যানোড: বাদামি রঙের লেড পার-অক্সাইড পাত।
২. নেগেটিভ ইলেকট্রোড বা ঋনাত্মক পাত বা ক্যাথোড: সচ্ছিন্ন ধূসর স্পঞ্জ লিড।
৩. ইলেকট্রোলাইট: পাতলা সালফিউরিক এসিড এবং সেলের কেস বা পাত্র।

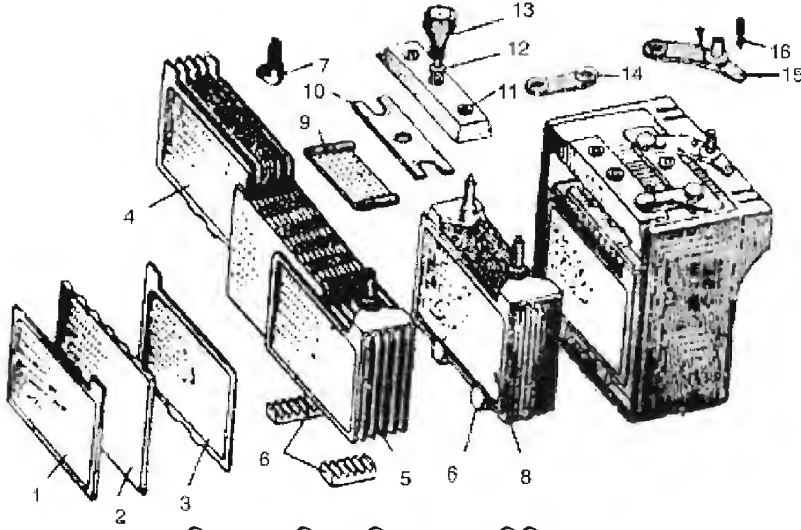
নিচে লিড এসিড সেলের বিভিন্ন অংশের গঠন ধারাবাহিকভাবে বর্ণনা করা হলো।

১. **বহি আবরণ:** এ সেলের বহি আবরণ ব্যাকলাইট, কঠিন রবার অথবা কাঁচের তৈরি হয়ে থাকে। ইহা ব্যাটারির সব উপাদান ধারণ করে বলে একে ধারক বলে। ধারকে সেলের জন্য গ্রহণ করা থাকে। ব্যাটারির ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি সেল সংখ্যার উপর নির্ভর করে। প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি ২ ভোল্ট হয়। অর্থাৎ ১২ ভোল্ট ব্যাটারির জন্য ৬ টি সেল থাকে।
২. **ইলেকট্রোডস বা প্লেটস:** ইলেকট্রোডসমূহ এন্টিমোনি লিড এ্যালয়ের শক্ত কাঠামো দ্বারা গঠিত, যাতে এ্যাকটিভ বা ক্রিয়াশীল পদার্থ চাপ প্রয়োগের মাধ্যমে লাগানো হয়। এ্যাকটিভ বা ক্রিয়াশীল পদার্থের প্রধান উপাদান হলো লেড-অক্সাইড। এ প্রক্রিয়ায় পজেটিভ প্লেট লেড পার-অক্সাইডে রূপান্তরিত হয় এবং গাঢ় বাদামি রং ধারণ করে। নেগেটিভ প্লেটটি ছিদ্রযুক্ত ধূসর বর্ণের লিডে রূপান্তরিত হয়। প্রতিটি সেলে পজেটিভ প্লেটের চেয়ে নেগেটিভ প্লেট একটি বেশি থাকে এবং বহির্ভাগের দুইটি প্লেটই নেগেটিভ প্লেট।



চিত্র ৩.১: লিড এসিড সেলের বাহ্যিক গঠন।

৩. নেগেটিভ প্লেটের মাঝে একটি পজিটিভ প্লেট থাকে। সেলে প্লেটের সংখ্যা যত বেশি হবে ব্যটারির ক্ষমতা তত বেশি হবে।
৪. ইলেকট্রোলাইট: এ সেলে ব্যবহৃত ইলেকট্রোলাইট হলো পাতলা সালফিউরিক এসিড দ্রবণ। ইহার আংশিক ঘনত্ব ১.১২ থেকে ১.২৪ পর্যন্ত হয়।
৫. উল্লানদান: এ সেলের ধারণ ক্ষমতা প্লেটের ক্ষেত্রফলের উপর বা আয়তনের উপর নির্ভর করে। প্লেটের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির জন্য প্রেটগুলো আকার আকৃতিতে বৃহৎ করার পরিবর্তে এক গ্রুপ পজিটিভ এবং এক গ্রুপ নেগেটিভ প্লেট ব্যবহার করা হয় এবং সেগুলো অভ্যন্তরীণভাবে সংযোগ করে গ্রুপ ভিত্তিক একত্র করা থাকে। অতঃপর এ দুইটি দলকে একত্রে কোমের আবদ্ধ করা হয়, যাকে উল্লানদান বলে।



চিত্র ৩.২: লিড এসিড সেলের বিভিন্ন অংশ।

১। -ve প্লেট ২। সেপারেটর ৩। +ve প্লেট ৪। +ve প্লেট গ্রুপ ৫। -ve প্লেট গ্রুপ ৬। গ্রুপ সার্পেট ৭। লগ ৮। প্লেট গ্রুপ ৯। গার্ড স্ক্রিন ১০। গার্ড প্লেট ১১। সেল কভার ১২। প্লাগ ওয়াশার ১৩। ভেন্ট প্লাগ ১৪। অভ্যন্তরীণ সেল কানেকটর ১৫। টার্মিনাল ল, ১৬। জু।

৬। সেপারেটর: বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিটে যেন না ঘটে সে লক্ষ্যে ইনসুলেশন উপাদানের তৈরি পাত প্রতিটি নেগেটিভ এবং পজিটিভ প্লেটের মাঝখানে ব্যবহৃত হয় যাকে সেপারেটর বলে। এ সেপারেটরগুলো বিশেষভাবে সরু খাঁজকাটা ছিদ্রযুক্ত কাঠের, রবারের বা কাঁচের তৈরি হয়ে থাকে। প্রাকৃতিক কাঠকে গরম ক্ষারীয় দ্রবণে ডুবানো হয়, যাতে কাঠের ভিতরকার এসিটিক এসিড এবং অন্যান্য উপাদান দূরীভূত হয়। সেপারেটরগুলোকে সব সময় আর্দ্র রাখা হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে পাতলা সচ্ছিদ্র কঠিন রবারের শিট কাঠের সেপারেটরের সাথে ব্যবহৃত হয়। কখনও কখনও কাঁচ ও পাট সেপারেটর হিসেবে ব্যবহৃত হয়। উপরে চিত্র ৩.২ এ সেপারেটর দেখানো হয়েছে।

৭। ভেন্টস: প্রতিটি সেলের বহিঃ আবরণের একটি করে ছিদ্র বা ভেন্ট থাকে। যার ভেতর দিয়ে ইলেক্ট্রোলাইটের বা দ্রবণের নিয়মিত পরীক্ষা চলে এবং প্রয়োজনের সময় দ্রবণে পানি দেওয়া হয়। সেল যখন কাজ করে, তখন ভেন্ট প্লাগ দ্বারা বন্ধ করা থাকে, যাতে দ্রবণ বাইরে না আসতে পারে। ভেন্ট প্লাগের উপরিভাগে একটি সরু ছিদ্র থাকে যাতে চার্জিং এর সময় গ্যাস নির্গত হতে পারে। চার্জের সময় ইহা অবশ্যই খুলে রাখতে হয়।

৮। ইন্টারনাল বা কানেকটর: সেলের পজিটিভ প্লেটসমূহ একত্রে এবং নেগেটিভ প্লেটসমূহ একত্রে সীসার পাত দিয়ে সংযুক্ত থাকে। ইহাই ইন্টারনাল কানেকটর, যা ঢালাই করে তৈরি করা হয়।

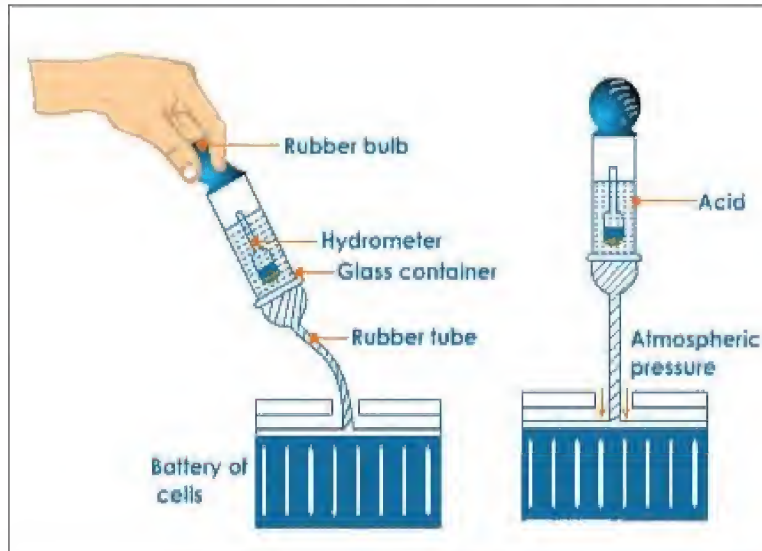
৯। এক্সটারনাল কানেকটর: কতকগুলো সেল দিয়ে ব্যাটারি তৈরির ক্ষেত্রে সেলগুলোর মধ্যে বাহিরের দিকে নিয়ম অনুযায়ী সংযোগের জন্য সীসার যে পাত দিয়ে সংযুক্ত হয় তাহাই এক্সটারনাল কানেকটর।

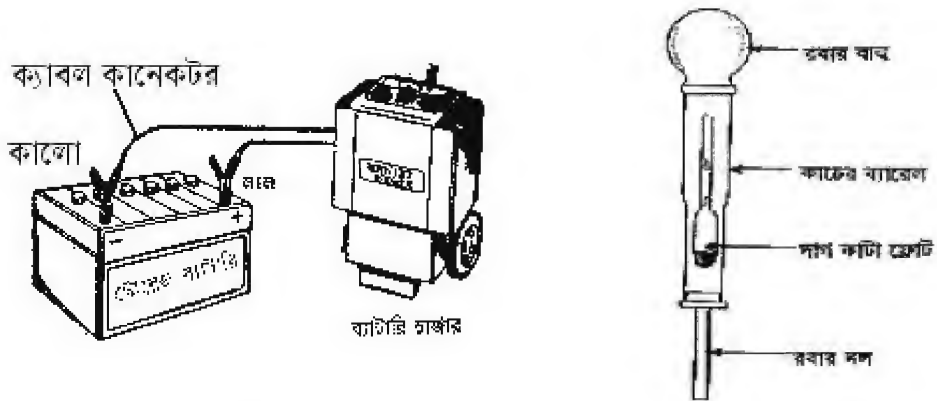
৩.৩ লিড এসিড সেলের ব্যবহার: বর্তমানে লিড এসিড সেল (ব্যাটারি) বিভিন্ন কাজে ব্যাপকভাবে ব্যবহার করা হচ্ছে। নিচে ইহার ব্যবহারের তালিকা দেওয়া হলো:

১. মোটর গাড়ি (বাস, ট্রাক, লরী, কার, মাইক্রোবাস) চালু করার কাজে। যানবাহনে ব্যবহৃত স্টার্টের ব্যাটারিকে অটোমোটিভ ব্যাটারি বা মোটরবানের ইলেকট্রিক সিস্টেমের হৃদপিণ্ড বলা হয়।
২. অইপিএস এর সাথে।
৩. রেডিও, টেলিফোন একচেঞ্জ ইত্যাদি ক্ষেত্রে।
৪. ইদানিংকালে মোটর সাইকেল, প্রি ছইলার চালাতে।
৫. রেলওয়ের সিগনাল সিস্টেমে।
৬. বৈদ্যুতিক পাওয়ার উৎপাদনের ক্ষেত্রে এবং এর কন্ট্রোল সিস্টেমে।

৩.৪ লিড এসিড সেল চার্জ করার ক্ষেত্রে সতর্কতামূলক পদক্ষেপসমূহ: লিড এসিড সেল (ব্যাটারি) সতর্কতার সাথে সঠিক পদ্ধতিতে চার্জ করলে ব্যাটারির সেলসমূহ দীর্ঘস্থায়ী হয় এবং কার্যকারিতা বৃদ্ধি পায়। নিচে চার্জিং এর একটি চিত্র দেখানো হয়েছে। চার্জের সময়ে সতর্ক পদক্ষেপসমূহ নিম্নরূপ-

১. ডিসি সাপ্লাই দিয়ে চার্জ করতে হবে। চার্জিং ভোল্টেজ ব্যাটারির ভোল্টেজের চেয়ে বেশি হতে হবে।
২. সঠিক পোলারিটিতে সংযোগ করতে হবে অর্থাৎ ব্যাটারির পজিটিভ সাপ্লাইয়ের পজিটিভ এবং ব্যাটারির নেগেটিভ সাপ্লাইয়ের নেগেটিভ এর সাথে লাগতে হবে।
৩. অল্প কারেন্ট প্রবাহে বেশি সময় ধরে চার্জ করতে হবে। এ ক্ষেত্রে তৈরিকারকের নির্দেশ মত ব্যাটারি চার্জ করা উচিত।
৪. চার্জের সময় ভেন্ট প্রাপ খুলে রাখতে হবে, যাতে বুদবুদ বা গ্যাস বের হতে পারে।
৫. সেলের এসিড লেভেল কমলে বিতৃষ্ণ বা পানিত (Distilled) পানি দিয়ে লেভেল সঠিক করে চার্জ করতে হবে। এক্ষেত্রে এসিড লেভেল প্রোটের ১৫ মি.মি. উপরে থাকা প্রয়োজন।
৬. চার্জের সময় হাইড্রোমিটার দিয়ে সেলের এসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপতে হবে। ব্যাটারির পূর্ণ চার্জিং এ প্রতিটি সেলের আপেক্ষিক গুরুত্ব হবে ১.৩১।
৭. ব্যাটারি চার্জের সময় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাস বের হয় বলে কাছে আগুন নেওয়া যাবে না।
৮. শরীর বা জামা কাপড়ে যেন এসিড না লাগে এবং দুর্ঘটনার নিয়ন্ত্রণের জন্য কাছেই পর্যাপ্ত পানি রাখা দরকার।





চিত্র ৩.৩: (ক) ব্যাটারি চার্জিং পদ্ধতি,

(খ) হাইড্রোমিটার।

৩.৫ শিড এসিড রক্ষাবেক্ষণের প্রয়োজনীয় পদক্ষেপসমূহ: সফরী ব্যাটারি নির্দিষ্ট কার্যকালের পর সঠিকভাবে রক্ষাবেক্ষণ করা হলে, ব্যাটারি দীর্ঘমেয়াদী কার্যক্ষম থাকে। ব্যাটারি দীর্ঘ মেয়াদী প্রতিমুহুর্তে কাজ করার জন্য নিয়মিতভাবে পরিচর্যা করাকে ব্যাটারির রক্ষাবেক্ষণ বলে। একে ব্যাটারি সার্ভিসিংও বলে। শিড এসিড ব্যাটারির সঠিক রক্ষাবেক্ষণ ব্যাটারির কার্যকারীতা বৃদ্ধি করে এবং ব্যাটারিকে দীর্ঘস্থায়ী করে। ইহার সঠিক রক্ষাবেক্ষণের জন্য প্রয়োজনীয় পদক্ষেপসমূহ হলো

১. চার্জের সময়ে প্রয়োজনীয় সতর্কতা মেনে চলতে হবে বা চার্জ করতে হবে। সঠিক পোলারিটি, সঠিক ভোল্টেজ ও কম কারেন্ট এ চার্জ করতে হবে। স্টো চার্জিং ব্যাটারিকে দীর্ঘস্থায়ী করে।
২. ডিসচার্জ অবস্থায় ব্যাটারি ফেলে রাখা যাবে না এবং কম চার্জে ব্যাটারি ব্যবহার করা যাবে না অর্থাৎ প্রতিটি সেলের ভোল্টেজ ১.৮ ভোল্টের নিচে সেল ব্যবহার করা ঠিক নয়। এ অবস্থায় ব্যাটারি চার্জ করতে হবে।
৩. ব্যাটারি পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখতে হবে। অর্ধ ও স্যাঁতস্যাঁতে জায়গায় ব্যাটারি রাখা যাবে না।
৪. ব্যাটারি ব্যবহারকালে সঠিকভাবে টার্মিনালে সংযোগ দিতে হবে যাতে ড্রিলা না থাকে, অর্থাৎ স্পার্কিং না হয়।
৫. ব্যাটারির সেলসমূহে এসিড সেভেল কমলে বিগছ বা পানিত (Distilled) পানি দিতে হবে, যাতে প্রটেনসমূহ ১৫ মি.মি. এসিডে ডুবে থাকে।
৬. ডিসচার্জ রেট বা লোড অ্যাম্পিয়ার বেশি হওয়া চলবে না।
৭. চার্জের সময় হাইড্রোমিটার দিয়ে প্রতিটি সেলের এসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপতে হবে।
৮. ব্যাটারি প্রতিনিয়ত ওভার চার্জ করা যাবে না।
৯. ব্যাটারি ডিসচার্জ হওয়ার আগেই সঠিকভাবে চার্জ করলে ব্যাটারির কর্মক্ষমতা বাড়ে।
১০. ব্যাটারির উপর কোন ধাতব পদার্থ পড়লে ব্যাটারি শর্ট হতে পারে। সেজন্য সাবধান থাকতে হবে।
১১. ব্যাটারি প্রৌঢ়ে রাখা যাবে না।

৩.৬ নিকেল-ক্যাডমিয়াম সেলের সুবিধা: নিকেল-ক্যাডমিয়াম সেল সহজে বহনযোগ্য ও মোবাইল ইলেকট্রনিক সামগ্রীতে বহুল ব্যবহৃত এক ধরনের সেকেন্ডারি সেল। অনেকগুলো সুবিধার জন্য বর্তমানে নিকেল ক্যাডমিয়াম সেল ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। এ সেলের ব্যবহারে যে সুবিধাগুলো পাওয়া যায় তা হলো

১. প্রতিটি সেলের ইএমএফ ১.২ ভোল্ট হয় বলে কম ভোল্টেজের ইলেকট্রনিক্স সামগ্রীতে ব্যবহার করা যায়।
২. সেলগুলো ডিসচার্জ অবস্থায় পড়ে থাকলেও ক্ষতি হয় না।
৩. একই ক্যাপাসিটির লিড এসিড ব্যাটারির তুলনায় নিকেল-ক্যাডমিয়াম ব্যাটারির ওজন কম ও মজবুত।
৪. ইহার রক্ষণাবেক্ষণ সহজ ও মেরামত খরচ কম।
৫. পূর্ণ ডিসচার্জ না হওয়া পর্যন্ত ই এম এফ একই থাকে।
৬. ইহা ওভার চার্জিং, ওভার ডিসচার্জিং অথবা আদর্শ যন্ত্রপাতিতে দীর্ঘসময় ব্যবহার করা যায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. লিড এসিড ব্যাটারি-কোন ধরনের সরবরাহে চার্জ করা হয়?
২. সেকেন্ডারি সেলের সুবিধা কী?
৩. লিড এসিড ব্যাটারির এসিডের আপেক্ষিক গুরুত্ব কী দিয়ে মাপা হয়?
৪. লিড এসিড ব্যাটারিতে ইলেকট্রোলাইট হিসেবে কী থাকে?
৫. চার্জ অবস্থায় লিড এসিড সেলের ভোল্টেজ কত থাকে?
৬. মোটর গাড়ি চালু করতে কোন ব্যাটারি ব্যবহার করা হয়?
৭. লিড এসিড ব্যাটারির ধারক কিসের তৈরি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। উদাহরণসহ সঞ্চয়ী ব্যাটারির সংজ্ঞা দাও।
- ২। সেলে সেপারেটরের কাজ লেখ।
- ৩। লিড এসিড সেলকে সঞ্চয়ী সেল বলা হয় কেন?
- ৪। নিকেল-ক্যাডমিয়াম সেল ব্যবহারের সুবিধা লেখ।
- ৫। সেলে ভেন্ট প্রাণ ব্যবহারের গুরুত্ব লেখ।
- ৬। লিড এসিড সেলের ইলেকট্রোড কিসের তৈরি?
- ৭। লিড এসিড ব্যাটারিতে কয় ধরনের ইলেকট্রোড ব্যবহার করা হয় ও কী কী?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সঞ্চয়ী সেল কাকে বলে? লিড এসিড সঞ্চয়ী ব্যাটারির প্রধান অংশগুলোর নাম উল্লেখ পূর্বক কাজ বর্ণনা কর।
- ২। লিড এসিড সঞ্চয়ী ব্যাটারির ব্যবহার লেখ।
- ৩। লিড এসিড ব্যাটারি চার্জিং এ সতর্কতামূলক পদক্ষেপসমূহ বর্ণনা কর।

চতুর্থ অধ্যায় সেলের সংযোগ Connection of Cell

ভিসি বিদ্যুৎ এর জন্য বৈদ্যুতিক সেলের জরুরি খুব বেশি। প্রতিটি বৈদ্যুতিক সেলে উৎপাদিত ভোল্টেজের পরিমাণ সীমিত। বেশি পরিমাণের প্রয়োজনীয় ভোল্টেজ পেতে এবং কারেন্ট ক্যাপাসিটি বাড়াতে সেলের সংযোগ বা গ্রুপিং করা হয়। এ অধ্যায়ে সেল গ্রুপিং এর প্রয়োজনীয়তা, প্রকার ইত্যাদি নিয়ে আলোচনা হবে।

৪.১ সেল সংযোগ এর সংজ্ঞা: অনেক ক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ভোল্টেজ ও কারেন্ট এর পরিমাণ বৃদ্ধির জন্য কতকগুলো বা প্রয়োজনীয় সংখ্যক সেলকে নিয়ম অনুযায়ী একত্রে সংযোগ করার প্রয়োজন হয়। একে সেলের সংযোগ বলে। সেলের একত্র সংযোগকে একত্রে ব্যাটারি বলা হয়। ভোল্টেজ বৃদ্ধি, কারেন্ট বা ভোল্টেজ ও কারেন্ট উভয়ই বৃদ্ধির চাহিদার উপর নির্ভর করে সেলের সংযোগ করা হয়।

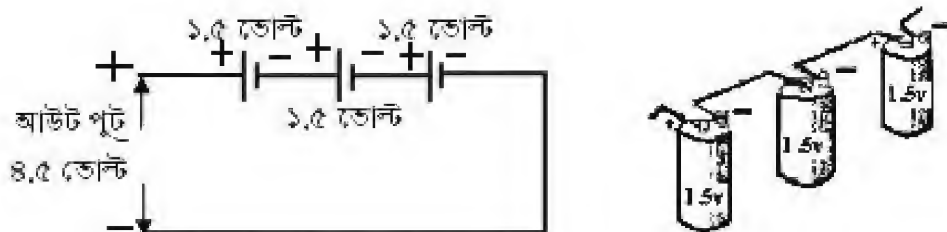
৪.২ সেল সংযোগের প্রেসিবিভাগ: বৈদ্যুতিক সেলকে তিনভাবে সংযোগ বা গ্রুপিং করা যায়।

১। সিরিজ সংযোগ, ২। প্যারালাল সংযোগ এবং ৩। সিরিজ-প্যারালাল বা মিশ্র সংযোগ।

৪.৩ সেল সংযোগের প্রয়োজনীয়তা: সেলের সিরিজ সংযোগে ভোল্টেজের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়, আর প্যারালাল সংযোগে কারেন্ট এবং মিশ্র সংযোগে ভোল্টেজ ও কারেন্ট উভয়ই বৃদ্ধি পায়। শোডের প্রয়োজন অনুযায়ী বা ব্যবহারিক ক্ষেত্র অনুসারে সেলের প্রয়োজনীয় সংযোগ করে ব্যাটারি তৈরি করা হয়।

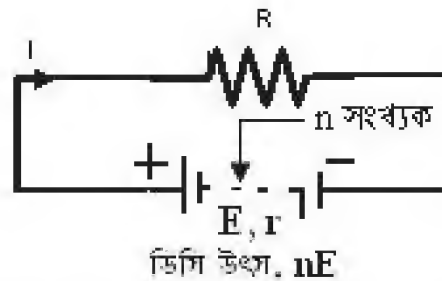
একটি ড্রাই সেলের ইএমএক ১.৫ ভোল্ট, নিকেল ক্যাডমিয়াম সেলের ইএমএক ১.৪ ভোল্ট এবং লিড এসিড সেলের ইএমএক ২.০ ভোল্ট হয়। আর অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটি সীমিত। ব্যবহারিক ক্ষেত্রে প্রয়োজন অনুসারে কতকগুলো সেলকে নিয়ম অনুযায়ী (সিরিজ বা প্যারালাল বা মিশ্র) সংযোগ করে ভোল্টেজ ও অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটি বাড়াতে সেলের সংযোগ করা হয়। কারেন্ট বৃদ্ধিতে সেলের প্যারালাল সংযোগ আর ভোল্টেজ বৃদ্ধিতে সিরিজ সংযোগ করা হয়। ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি ব্যবহারে সেলের সংযোগ বা গ্রুপিং খুব জরুরি।

৪.৪ সেলের সিরিজ সংযোগ (Series Grouping of Cell): যখন সেলগুলোর মধ্যে ১ম টির ঋণাত্মক প্রান্ত ২য় টির ধনাত্মক প্রান্তের সাথে আবার ২য় টির ঋণাত্মক প্রান্ত ৩য় টির ধনাত্মক প্রান্তের সাথে একত্রে পর পর সংযোগ করা হয়, তখন সেলগুলোর একত্র সংযোগকে সিরিজ সংযোগ বলে। নিচে ৪.১ নং চিত্রে সেলের সিরিজ সংযোগ চিত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৪.১: সেলের সিরিজ সংযোগ।

৪.৫ সেলের সিরিজ সংযোগের প্রকল্প: সমানতার ব্যাক্ত্রে পাঁচ সেলের জোড়ের ১.৫ জোল্ট। প্রায় সকল ইলেকট্রনিক সরঞ্জামাদি / যন্ত্রপাতির জোড়ের রেটিং বেশি থাকে। বেশি জোড়ের রেটিং এর যন্ত্রপাতি চালাতে বেশি জোড়ের ব্যাটারি প্রয়োজন হয়। সেলের সিরিজ সংযোগে ব্যাটারির জোড়ের বৃদ্ধি পাায়। সেলের প্রয়োজন অনুযায়ী জোড়ের ব্যাক্ত্রে সেলের সিরিজ সংযোগ করা হয়। এ সংযোগে ব্যাটারি ক্যাপাসিটি একই থাকে অর্থাৎ সার্কিটে প্রবাহিত কারেন্ট প্রতিটি সেলের সমান হয়। সেলের জোড়ের বেশি প্রয়োজন হলে সেলের সিরিজ সংযোগে ব্যাটারি তৈরি করা হয়। ৪.১ নং চিত্র অনুযায়ী প্রতিটি ১.৫ জোল্ট এর সেল সিরিজে সংযুক্ত করার আউটপুটে ৪.৫ জোল্ট পাওয়া যায়। যিহের চিত্র ৪.২ তে লোডসহ n সংখ্যক সেলের সিরিজ প্রসিং দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৪.২: লোডসহ সেলের সিরিজ সংযোগ।

যদি, সিরিজে সংযুক্ত প্রতিটি সেলের ইএমএফ = E

প্রতিটি সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ = r

সংযুক্ত সেলের রোধ = R

চলিত প্রবাহ = I

এক সংযুক্ত সেল সংখ্যা = n

তাহলে সিরিজে সংযুক্ত সেলের ইএমএফ = nE

বর্তমান অভ্যন্তরীণ রোধ = nr

বর্তমান মোট রোধ = $R + nr$

বর্তমানে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{nE}{R + nr}$

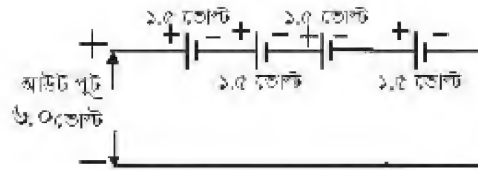
সবই প্রসিষ্ট অর্থ বহন করে এবং সাধারণ এককে প্রকাশিত।

সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ কম হলে সেলের সিরিজ সংযোগ বেশি কার্যকরী হয়।

দৃষ্টান্ত-১: প্রতিটি ১.৫ জোল্ট করার চারটি সেল সিরিজে সংযোগ করলে জোড়ের রেটিং কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, সেলের সিরিজ সংযোগে জোড়ের বৃদ্ধি। সুতরাং, প্রতিটি ১.৫ জোল্ট করার চারটি সেল সিরিজে সংযোগ করলে জোড়ের রেটিং হবে, $১.৫ জোল্ট + ১.৫ জোল্ট + ১.৫ জোল্ট + ১.৫ জোল্ট = ৬.০ জোল্ট$ ।

অতএব, ব্যাটারির জোড়ের রেটিং হবে, ৬.০ জোল্ট। (উত্তর)।



চিত্র ৪.৩: ৪ টি সেলের সিরিজ সংযোগ।

সমস্যা-২: ২ ভোল্ট ইএমএফ এবং .০৫ ওহম অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স বিশিষ্ট ৪টি সেল সিরিজে সংযোগ করে ৫ ওহম লোডের সাথে যুক্ত করা হলো। লোডের মধ্য দিয়া কত কারেন্ট প্রবাহিত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, সেলের সিরিজ সংযোগে লোডে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{nE}{R + nr}$.

এখানে দেওয়া আছে, প্যারালাল সংযুক্ত প্রতিটি সেলের ইএমএফ, $E = ২$ ভোল্ট

প্রতিটি সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = .০৫$ ওহম

সংযুক্ত লোডের রোধ, $R = ৫$ ওহম

তড়িৎ প্রবাহ $= I$

এবং সংযুক্ত সেল সংখ্যা, $n = ৪$ টি

অতএব লোডে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{nE}{R + nr}$

$$= \frac{৪ \times ২}{৫ + ৪ \times ০.০৫}$$

$$= \frac{৮}{৫ + ০.২}$$

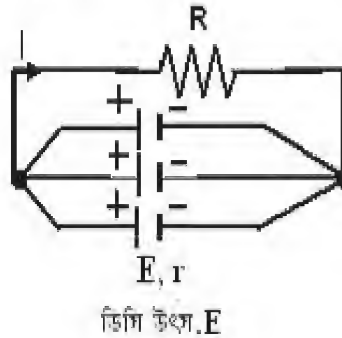
$$= ১.৫৩৮ \text{ অ্যাম্পিয়ার। (উত্তর)}$$

৪.৬ সেলের প্যারালাল সংযোগ (Parallel Grouping of Cell): যখন কতকগুলো সেলের পজিটিভ বা ধনাত্মক প্রান্তকে এক বিন্দুতে এবং নেগেটিভ বা ঋণাত্মক প্রান্তগুলো অন্য আর এক বিন্দুতে সংযোগ করা হয়, তখন তাকে সেলের প্যারালাল সংযোগ বলে। প্যারালালে সংযুক্ত সেলসমূহের ইএমএফ একই হওয়া আবশ্যিক। তা না হলে লোডে সংযুক্ত না করলেও ব্যাটারির ক্ষমতা কমে যাবে। চিত্র ৪.৪ এ সেলের প্যারালাল সংযোগ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৪.৪: সেলের প্যারালাল সংযোগ।

৪.৭ সেলের প্যারালাল সংযোগের উদ্দেশ্য: আমরা যে সমস্ত ইলেকট্রনিক সরঞ্জামাদি/যন্ত্রপাতি ব্যবহার করি সেগুলোর ভোল্টেজ রেটিং ও কারেন্ট রেটিং একই হয় না। লোডের প্রয়োজন অনুযায়ী কারেন্ট প্রবাহ বাড়াতে সেলের প্যারালাল সংযোগ করা হয়। অর্থাৎ যে সমস্ত যন্ত্রপাতির জন্য বেশি কারেন্ট প্রয়োজন হয় সে সমস্ত যন্ত্রপাতি পরিচালনার সেলের প্যারালাল সংযোগ একান্ত প্রয়োজন। সেলের প্যারালাল সংযোগে ব্যাটারির ভোল্টেজ একই থাকে এবং কারেন্ট প্রবাহ বৃদ্ধি পায়; অর্থাৎ সার্কিটের ভোল্টেজ প্রতিটি সেলের সমান হয়। লোডের ক্ষমতা/ চাহিদা অনুযায়ী কারেন্ট প্রবাহ বাড়াতে সেলের প্যারালাল সংযোগ করা হয়। সেলের প্যারালাল সংযোগে প্রতিটির ইএমএফ বা বিভব পার্থক্য একই হওয়া প্রয়োজন। এ সংযোগে প্রবাহিত মোট কারেন্ট সবগুলো সেলের কারেন্টের যোগফলের সমান। অর্থাৎ ব্যাটারির কারেন্ট ক্যাপাসিটি বাড়ে। দীর্ঘ সময় লোড চালানোর জন্য সেলের প্যারালাল সংযোগ করা হয়। লোডের কারেন্ট বেশি প্রয়োজন হলে প্যারালাল সংযোগে ব্যাটারি তৈরি করা হয়। নিচে চিত্র নং ৪.৫-তে সেলের প্যারালাল সংযোগ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৪.৫: লোড রেজিস্টর সহ সেলের প্যারালাল সংযোগ।

ধরি, প্যারালাল সংযুক্ত প্রতিটি সেলের ই এম এফ = E

প্রতিটি সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ = r

সংযুক্ত লোডের রোধ = R

তড়িৎ প্রবাহ = I

এবং সংযুক্ত সেল সংখ্যা = n

তাহলে, সেলগুলোর সংযোগে ব্যাটারির ইএমএফ = E (বেহেতু সেলগুলো প্যারালালে সংযুক্ত)

বর্তনীর অভ্যন্তরীণ রোধ = $\frac{r}{n}$

বর্তনীতে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$. উহল প্রচলিত এককে প্রকাশিত। কম লোড রোধের ক্ষেত্রে উপযোদী

সংযোগ।

সমস্যা-৩: ২ ভোল্ট ইএমএফ এবং ০.০৮ ওহম অভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স বিশিষ্ট ৬ টি সেল প্যারালালে সংযোগ করে ৫ ওহম লোডের সাথে যুক্ত করা হলো। লোডের মধ্য দিয়া কত কারেন্ট প্রবাহিত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, সেলের প্যারালাল সংযোগে লোডে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$.

এখানে দেওয়া আছে, প্যারালাল সংযুক্ত প্রতিটি সেলের ই এম এফ, $E = 2.0$ ভোল্ট

প্রতিটি সেলের অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = .০৬$ ওহম

সংযুক্ত লোডের রোধ, $R = ৫.০$ ওহম

তড়িৎ প্রবাহ = I

এবং সংযুক্ত সেল সংখ্যা, $n = ৬$ টি

অতএব লোডে প্রবাহিত কারেন্ট, $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$.

$$= \frac{২.০}{৫.০ + \frac{০.০৬}{৬}}$$

$$= \frac{২.০}{৫.০ + ০.০১}$$

$$= ০.৩৯৯ \text{ অ্যাম্পিয়ার। (উত্তর)}$$

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সেলের সিরিজ সংযোগ কেন করা হয়?
- ২। সেলের প্যারালাল সংযোগ কেন করা হয়?
- ৩। কোন ধরনের সংযোগে প্রতিটি সেলের ইএমএফ একই হওয়া প্রয়োজন?
- ৪। ৪টি সেলের সিরিজ সংযোগ চিত্র দেখাও।
- ৫। সেলে উৎপন্ন ইএমএফ কিসের উপর নির্ভর করে?
- ৬। সেলে উৎপাদিত ভোল্টেজ কিসের উপর নির্ভর করে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সেলের সংযোগ কাকে বলে?
- ২। সেল সংযোগের শ্রেণিবিভাগ কর।
- ৩। সেলের সিরিজ-প্যারালাল সংযোগ কাকে বলে?
- ৪। সেল সংযোগের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৫। প্রতিটি সেলের ইএমএফ ১.২ ভোল্ট হলে, ৬.০ ভোল্টে এর লোড চালাতে কয়টি সেলের প্রয়োজন?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। গুরুত্বসহ সেলের সিরিজ সংযোগ (চিত্র প্রয়োজন) পদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ২। গুরুত্বসহ সেলের প্যারালাল সংযোগ পদ্ধতি বর্ণনা কর।

পঞ্চম অধ্যায় ব্যাটারির রেটিং Ratings of Battery

সেকেভারি বা সম্বয়ী ব্যাটারি ইলেকট্রিক্যাল ও ইলেকট্রনিক্স পদ্ধতিতে বা যন্ত্রপাতিতে বিশ্বস্ততার সাথে কাজ করার জন্য ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। বিশেষভাবে সিস্টেমের কন্ট্রোলিং কাজে ইহার ব্যবহার ব্যাপক। সব ধরনের ক্যাপাসিটির বা ক্ষমতার ব্যাটারি সব ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায় না। ব্যাটারির রেটিং, ব্যবহারের নিয়ম, রক্ষণাবেক্ষণ পদ্ধতি জেনে সঠিকভাবে ব্যবহার করতে হয়। অর্থাৎ ব্যাটারির ধরন, চার্জিং ভোল্টেজ, চার্জিং পদ্ধতি, ডিসচার্জ রেট বা অ্যাম্পিয়ার সব কিছু সম্পর্কে জানা প্রয়োজন। ব্যাটারির ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা ব্যাটারির ধরন ও ব্যবহৃত গ্র্যাকটিভ পদার্থের পরিমাণ ও গুণাগুণের উপর নির্ভর করে।

৫.১ ব্যাটারির রেটিং এর সংজ্ঞা (The meaning of Battery ratings): ব্যাটারির রেটিং বলতে উহার ভোল্টেজ, অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার ক্যাপাসিটি, ডিসচার্জ হার বা রেট ইত্যাদিকে বোঝায়। একটি ব্যাটারির রেটিং এ উহার ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি, অ্যাম্পিয়ার আওয়ার ক্যাপাসিটি অর্থাৎ কত ঘন্টায় কী পরিমাণ অ্যাম্পিয়ার সরবরাহ দিতে সক্ষম, কীভাবে চার্জ করতে হবে তা উল্লেখ থাকবে। একটি ব্যাটারির রেটিং ১২ ভোল্ট, ৮০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার বলতে বোঝায়, উহা ১২ ভোল্টের লোডে সংযুক্ত করা যাবে এবং লোড ৮ অ্যাম্পিয়ার হারে ১০ ঘন্টা চলতে সক্ষম।
ব্যাটারির রেটিং দুই ভাবে প্রকাশ করা হয়। (ক) কারেন্ট রেটিং এবং (খ) ভোল্টেজ রেটিং।

৫.২ কারেন্ট রেটিং: কোন নির্দিষ্ট হারে ব্যবহৃত সময়ে কারেন্ট সরবরাহের ক্ষমতাকে ব্যাটারীর কারেন্ট রেটিং বলে। ইহা ব্যাটারির গঠন এর উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ সেলে ব্যবহৃত গ্র্যাকটিভ পদার্থের পরিমাণ ও গুণাগুণের উপর নির্ভর করে।

ভোল্টেজ রেটিং: কোন নির্দিষ্ট হারে ব্যবহৃত সময়ের জন্য ভোল্টেজ সরবরাহের ক্ষমতাকে ব্যাটারির ভোল্টেজ রেটিং বলে। ইহা ব্যাটারিতে ব্যবহৃত গ্র্যাকটিভ পদার্থের ধরণ ও গুণাগুণের উপর নির্ভর করে।

ব্যাটারির ক্ষমতা: ব্যাটারির ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা যেভাবে প্রকাশ করা হয় তাকে ব্যাটারির রেটিং বলে। ব্যাটারির অ্যাম্পিয়ার আওয়ার ক্ষমতাকে ব্যাটারির ক্ষমতা বলে। চার্জযুক্ত একটি ব্যাটারি যে পরিমাণ বিদ্যুৎ শক্তি (অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার) সরবরাহ করতে সক্ষম তাকে ব্যাটারির ক্যাপাসিটি বলে। অর্থাৎ কোন ব্যাটারি প্রতি ঘন্টায় যত অ্যাম্পিয়ার সরবরাহ করতে পারে সেটাই ঐ ব্যাটারির ক্ষমতা। ব্যাটারির ক্ষমতাকে অ্যাম্পিয়ার আওয়ারে প্রকাশ করা হয়। ইহাকে AH দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। ১০ ভোল্ট, ১২.০ অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটির একটি ব্যাটারি ১০ ঘন্টা বিদ্যুৎ সরবরাহ দিতে সক্ষম হলে তার রেটিং হবে, ১০ ভোল্ট, ১২০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার। অর্থাৎ ১২ ভোল্টের একটি ব্যাটারি ১০.৮ ভোল্ট পর্যন্ত ২০ ঘন্টা যাবৎ ৫ অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ সরবরাহে সামর্থ্য হলে তার রেটিং হবে-১২ ভোল্ট, ১০০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার।

ব্যাটারির ক্যাপাসিটি যে বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে: ব্যাটারির ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি ব্যাটারির ধরন অর্থাৎ ব্যবহৃত ইলেকট্রোড ও ইলেকট্রোলাইটের ধরনের উপর এবং ব্যাটারির সংযোগের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। ব্যাটারির ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি সেলের ধরন ও ইলেকট্রোলাইটের ক্ষমতা বা কার্যকারিতার উপর নির্ভর

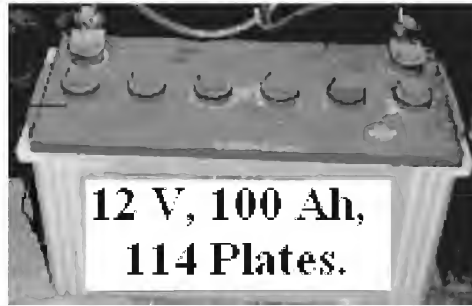
করে। আর অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটি একাটি পদার্থের পরিমাণ (আয়তন) ও গুণাগুণের উপর। ব্যাটারির রেটিং উহার ডিসচার্জ রেট, তাপমাত্রা, ইলেকট্রোলাইটের ঘনত্ব, একাটি পদার্থের পরিমাণের উপরও নির্ভর করে। অর্থাৎ

ব্যাটারির ক্ষমতা নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে-

- (ক) প্লেটের সাইজের উপর
- (খ) প্রতি সেলে প্লেটের সংখ্যার উপর
- (গ) এসিডের পরিমাণ ও ঘনত্বের উপর
- (ঘ) তাপমাত্রার উপর
- (ঙ) ডিসচার্জ হারের উপর।

৫.৩ ব্যাটারির রেটিং যেভাবে লেখা হয়: ব্যাটারীর রেটিং ভোল্টেজ, অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার, ব্যাটারির সংখ্যা দিয়ে প্রকাশ করা হয়। ইহাতে ওজন এবং উৎপাদিত সংস্থার নাম লেখা থাকে।

যেমন : ব্যাটারীর রেটিং ২৪ ভোল্ট, ১২০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার, ৭২ প্লেট এবং ৬ সেল বিশিষ্ট হতে পারে। ইহার ওজন ৭০ কেজি, ডলবো কোম্পানির।



চিত্র নং ৫.১ : রেটিংসহ ব্যাটারি।

সমস্যাবলির সমাধান:

সমস্যা-১: প্রতিটি ২.০ ভোল্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার ক্ষমতার তিনটি সেল সিরিজে সংযোগ করলে রেটিং কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, সেলের সিরিজ সংযোগে ভোল্টেজ বাড়ে এবং কারেন্ট ক্যাপাসিটি একই থাকে।

সুতরাং, প্রতিটি ২.০ ভোল্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার ক্ষমতার তিনটি সেল সিরিজে সংযোগ করলে ভোল্টেজ রেটিং হবে, $২.০ \text{ ভোল্ট} + ২.০ \text{ ভোল্ট} + ২.০ \text{ ভোল্ট} = ৬.০ \text{ ভোল্ট}$ ।

অতএব, ব্যাটারির রেটিং হবে, ৬.০ ভোল্ট, ১০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার। (উত্তর)।

সমস্যা-২: প্রতিটি ২.০ ভোল্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার (Ah) ক্ষমতার তিনটি সেল প্যারাললে সংযোগ করলে রেটিং কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি, সেলের প্যারাললে সংযোগে ভোল্টেজ একই থাকে এবং কারেন্ট ক্যাপাসিটি বৃদ্ধি পায়।

সুতরাং, প্রতিটি ২.০ ভোল্ট ১০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার ক্ষমতার তিনটি সেল প্যারাললে সংযোগ করলে ভোল্টেজ রেটিং হবে, ২.০ ভোল্ট এবং অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার রেটিং হবে, $১০ \times ৩ = ৩০$ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার।

অতএব, ব্যাটারির রেটিং হবে, ২.০ ভোল্ট, ৩০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার। (উত্তর)।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ব্যাটারির রেটিং কীভাবে লেখা হয়?
- ২। ব্যাটারির সেলের ভোল্টেজ কীসের উপর নির্ভর করে?
- ৩। ব্যাটারির অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার রেটিং কিসের উপর নির্ভর করে?
- ৪। ব্যাটারির ক্যাপাসিটি কাকে বলে?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। একটি ব্যাটারির ক্ষমতা বা রেটিং ১২ ভোল্ট, ৮০ অ্যাম্পিয়ার-আওয়ার বলতে কী বোঝায়?
- ২। ব্যাটারির ভোল্টেজ রেটিং কাকে বলে?
- ৩। ব্যাটারির ক্ষমতা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?
- ৪। ব্যাটারির ডিসচার্জ রেট কাকে বলে?
- ৫। সেলের ভোল্টেজ ক্যাপাসিটি কিসের উপর নির্ভর করে?

ষষ্ঠ অধ্যায় ব্যাটারি চার্জার ও চার্জিং সিস্টেম Battery Charger and Charging System

১.১ চার্জার ও চার্জিং: যে ব্যতের সাহায্যে স্টোরেজ ব্যাটারি বা সেকেন্ডারি সেল বা লিড এসিড ব্যাটারি চার্জ করা যায় তাকে ব্যাটারি চার্জার বলে। ব্যাটারি চার্জার সাধারণতাবে এসি দ্বারা পরিচালিত যার মধ্যে বসানো ত্র্যেকটিফায়ার এসিকে কিসিতে রূপান্তরিত করে। কারণ ব্যাটারি সর্বদা ডিসি দিয়ে চার্জ করতে হয়। ব্যাটারি চার্জারে পজিটিভ ও নেগেটিভ টার্মিনাল থাকে। এতে ইনপুট ও আউটপুট জোন্টের সেবার জন্য জোন্টমিটার বসানো থাকে। ব্যাটারি যে পরিমাণ কারেন্ট এ বা অ্যাম্পিয়ারে চার্জ করা হয় বা চার্জ হচ্ছে তা চার্জারে সংযুক্ত অ্যামিটারের মাধ্যমে দেখা যায়। চার্জারে অ্যাম্পিয়ার রেটিং সেট করার জন্য সেলেক্টর নব থাকে, যা দিয়ে ব্যাটারিতে প্রবাহ চার্জিং কারেন্ট সেলেট বা নির্বাচন করা যায়।

১.২ ব্যাটারি চার্জার এর কাজ: স্টোরেজ ব্যাটারি বা সেকেন্ডারি ব্যাটারি মূলত: বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চয় করে রাখে। সঞ্চিত বৈদ্যুতিক শক্তি শেষ হলে পুনরায় চার্জ করে আবার ব্যবহার উপযোগি করা যায় এবং এভাবে বারংবার চার্জ করে ব্যবহার করা যায়। চার্জিং এ কাজ করা হয় ব্যাটারি চার্জার দিয়ে, যা এসি বৈদ্যুতিক শক্তিকে বিভিন্ন রেঞ্জের ডিসি বৈদ্যুতিক শক্তিতে রূপান্তর করে। ব্যাটারি চার্জার, ব্যাটারি চার্জিং এর কাজে ব্যবহৃত হয়।

১.৩ ব্যাটারি চার্জিং এর সংজ্ঞা: স্টোরেজ ব্যাটারি বা সেকেন্ডারি সেল বা লিড এসিড ব্যাটারি চার্জ করার পদ্ধতিকে ব্যাটারি চার্জিং বলে।



১.১ চিত্র: ব্যাটারি চার্জার

১.৪ ব্যাটারি চার্জিং পদ্ধতি: ব্যাটারি সাধারণত দুই পদ্ধতিতে চার্জ করা হয়। যথা-

(১) হির কারেন্ট পদ্ধতি এবং (২) হির জোন্টের পদ্ধতি।

(১) স্থির কারেন্ট পদ্ধতি: যে পদ্ধতিতে ব্যাটারি চার্জিং কারেন্ট স্থির রেখে ব্যাটারি চার্জ করা হয় তাকে স্থির কারেন্ট পদ্ধতি বলে। এ পদ্ধতিতে ব্যাটারি পূর্ণ চার্জ হওয়া পর্যন্ত সেলস্ট করা কারেন্ট স্থিরভাবে প্রবাহিত হয়ে ব্যাটারি চার্জ হয়। পজিটিভ লাইনের সাথে পরিবর্তনশীল রেজিস্ট্যান্স সিরিজে সংযুক্ত করে ব্যাটারি চার্জ করা হয় বলে বৈদ্যুতিক পাওয়ার লস হয়।

(২) স্থির ভোল্টেজ পদ্ধতি: যে পদ্ধতিতে ব্যাটারি তে সরবরাহকৃত চার্জিং ভোল্টেজ স্থির রেখে ব্যাটারি চার্জ করা হয় তাকে স্থির ভোল্টেজ পদ্ধতি বলে। এ পদ্ধতিতে ব্যাটারি পূর্ণ চার্জ হওয়া পর্যন্ত ব্যাটারিতে সরবরাহকৃত সেলস্ট করা চার্জিং ভোল্টেজ স্থিররেখে ব্যাটারি চার্জ হয়। ভোল্টেজ কন্ট্রোলার সার্কিটের মাধ্যমে এ কাজ করা হয়।

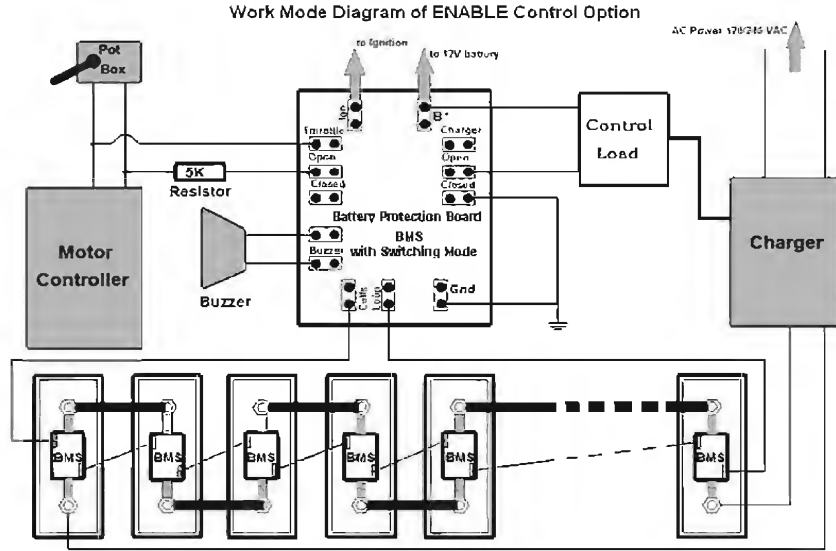
ব্যাটারি চার্জ করার পদক্ষেপ:

- (১) ব্যাটারির ইলেকট্রোলাইটের লেভেল ঠিক করে হাইড্রোমিটার দিয়ে ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপ করে এবং প্রয়োজনে ইলেকট্রোলাইট যুক্ত করে, চার্জারের পজিটিভ টার্মিনাল ব্যাটারির পজিটিভ টার্মিনালে এবং নেগেটিভ টার্মিনাল নেগেটিভ প্রান্তে যুক্ত করতে হবে।
- (২) চার্জিং পদ্ধতি অনুযায়ী বা চার্জারের ধরন অনুযায়ী চার্জিং ভোল্টেজ বা কারেন্ট সেট করে সুইচ অন করতে হবে।
- (৩) প্রতি সেলের ভেন্ট প্লাগ খুলে রাখতে হবে।
- (৪) মাঝে মাঝে সেলের ভোল্টেজ বা ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব মেপে চার্জ পরীক্ষা করতে হবে এবং চার্জ শেষ হলে সরবরাহ বন্ধ করতে হবে।

৬.৫ ব্যাটারি চার্জিং এর সাবধানতা: ব্যাটারি চার্জিং এ নিম্নরূপ সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে-

- (১) ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.১০ এর নিচে নামার পূর্বেই ব্যাটারি চার্জ করতে হবে।
- (২) প্রতি সেলের ইলেকট্রোলাইটের লেভেল পরীক্ষা করতে হবে, যেন প্লেটগুলো ইলেকট্রোলাইটের মধ্যে ডুবানো থাকে।
- (৩) কম চার্জিং কারেন্টে অধিক সময় ধরে ব্যাটারি চার্জ করতে হবে।
- (৪) চার্জারের সাথে ব্যাটারির সংযোগে পোলারিটি সঠিকভাবে জেনে অর্থাৎ চার্জারের পজিটিভ টার্মিনাল ব্যাটারির পজিটিভ টার্মিনালে এবং নেগেটিভ টার্মিনাল নেগেটিভ প্রান্তে যুক্ত করতে হবে।
- (৫) অতিরিক্ত চার্জ করা যাবে না এবং চার্জিত ব্যাটারি ব্যবহার না করলেও কিছু দিন পর পর (১৫ -২০ দিন) চার্জ করতে হবে।
- (৬) খোলা মেলা আলো বাতাসে ব্যাটারি সংরক্ষণ করতে হবে।
- (৭) ব্যাটারির আয়ুষ্কাল এবং কার্যক্ষমতা বাড়াতে নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণ করতে হবে।

৬.৫ ব্যাটারি চার্জারের সাথে ব্যাটারির চার্জিং সংযোগ চিত্র: নিচে লিড এসিড ব্যাটারির সার্কিট দেখানো হলো।



৬.২ চিত্র: ব্যাটারি চার্জারের চার্জিং সংযোগ বর্তনী চিত্র

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ব্যাটারি চার্জার কী?
- ২। ব্যাটারি চার্জারের ইনপুট ভোল্টেজ এসি না ডিসি?
- ৩। ব্যাটারি চার্জারের কাজ কী

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। ব্যাটারি চার্জারের প্রধান অংশের নাম লেখ।
- ২। একাধিক ব্যাটারিকে কী পদ্ধতিতে চার্জ করা হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। ব্যাটারি চার্জিং পদ্ধতিগুলি লেখ।

সপ্তম অধ্যায় সোলার সিস্টেম Solar System

সূর্য না থাকলে পৃথিবী ধ্বংস হয়ে যাবে; এর অর্থ এরূপ যে, পৃথিবীকে সচল রাখতে যে শক্তির দরকার হয় তার সবই আসে সূর্য থেকে। পৃথিবীতে চলমান সবকিছুই চলে প্রাকৃতিক শক্তি বা তা থেকে রূপান্তরিত শক্তি দিয়ে। প্রাকৃতিক শক্তি বা রূপান্তরিত শক্তি সীমিত এবং এর ব্যবহারের সীমাবদ্ধতা আছে। বরং সূর্য শক্তিকে কাজে লাগাতে পারলে তা হবে লাভজনক, নিরাপদ এবং অন্যান্য সুবিধাসহ পৃথিবী থাকা পর্যন্ত তা ব্যবহার করা যাবে। আর তাই সূর্য শক্তিকে সরাসরি সঞ্চয় করে কাজে লাগাতে বিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করেছেন সোলার প্যানেল, যা সোলার সিস্টেমের মূল অংশ। বাংলাদেশে বর্তমানে এর ব্যবহার শুরু হয়েছে। চ্যাপিন, ফুলার ও অন্যান্যরা ১৯৫৪ সালে সিলিকন পি-এন (p-n) জাংশন ব্যবহার করে প্রথম সৌর সেলের উদ্ভাবন করেন।

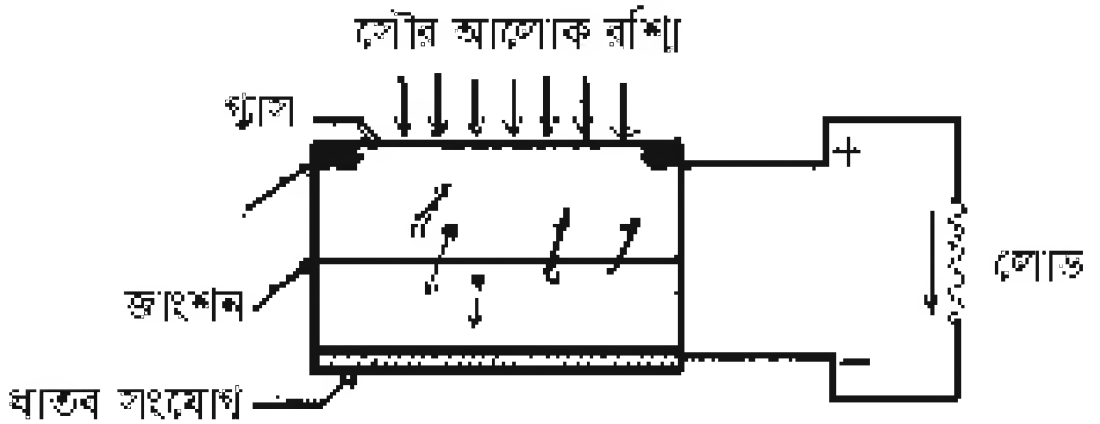
৭.১ সোলার সিস্টেম এর ধারণা (Concept of solar system): সূর্য থেকে যে শক্তি পাওয়া যায় তাকে বলা হয় সৌরশক্তি। আমরা জানি সূর্য সকল শক্তির উৎস এবং অপরিসীম শক্তির আধার। বাংলাদেশের ভৌগলিক অবস্থানের জন্য সৌরশক্তি ব্যবহারের সুযোগ-সুবিধা খুব উপযোগী। পৃথিবীতে যত শক্তি আছে এবং ব্যবহার হচ্ছে তার সবকিছুই কোন না কোনভাবেই সূর্য থেকে পাওয়া। আধুনিক কৌশল ব্যবহার করে তৈরি হয়েছে সৌর কোষ। সৌর কোষ বা সেল আসলে সিলিকন দিয়ে তৈরি আলোক সংবেদী পি-এন (p-n) জাংশন। ৭.১ নং চিত্রে একটি সৌর কোষ বা সেল দেখানো হয়েছে। সৌর কোষের সমন্বয়ে গঠিত সোলার প্যানেল। আর সোলার প্যানেল থেকে উৎপাদিত বিদ্যুৎ সঞ্চয় ও ব্যবহারের পদ্ধতিই হলো সোলার সিস্টেম। সোলার সিস্টেমে ব্যবহৃত সোলার প্যানেল ফটো ভোল্টায়িক এনার্জি কনভার্সন পদ্ধতিতে কাজ করে। এ পদ্ধতিতে সোলার এনার্জি সরাসরি সোলার সেলের মাধ্যমে ডাইরেক্ট কারেন্ট (ডিসি) উৎপন্ন করে। সোলার সেল হিসেবে ট্রিস্টাল সিলিকন সেমি কন্ডাকটর ডিভাইস ব্যবহৃত হয়।

যে যান্ত্রিক ব্যবস্থা দ্বারা কোন পি-এন (p-n) জাংশনের উপর আলো ফেলে আলোক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়, তাকে সৌর কোষ বা সেল বলে। আলোক শক্তির পরিমাণ আলোর তীব্রতা ও আলোকিত ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে। সৌর কোষ সূর্যের আলোতে রাখলে ফটো ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। প্রতিটি সোলার সেলে ০.৫v থেকে ১.০v ডিসি উৎপন্ন হয়, যা সোলার সেলে ব্যবহৃত উপাদানের এবং সূর্যের আলোর উপর নির্ভর করে। প্রয়োজনীয় সংখ্যক সোলার সেল সিরিজ ও প্যারালাল সংযোগ করে ভোল্টেজ ও কারেন্ট বাড়ানো যায়।

৭.২ সোলার সিস্টেমের গুরুত্ব: আমাদের মত উন্নয়নশীল দেশে সোলার সিস্টেমের ব্যবহারিক গুরুত্ব অপরিসীম। কারণ, আমাদের দেশের সৌরশক্তির উৎস অত্যন্ত উপযোগী। ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি সহজে স্থাপন করা যায় এবং পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণ সহজ এবং খরচ কম। আমাদের মত জনবহুল দেশে সৌর শক্তি ব্যবহারের সুবিধা হলো পরিবেশ দূষণ হয় না এবং ব্যবহারের সময়ে দুর্ঘটনা ঘটে না; আর বিপদের সম্ভাবনাও নেই। আমাদের দেশে প্রাকৃতিক শক্তির উৎস সীমিত। কিন্তু সৌরশক্তি ব্যাপক এবং পৃথিবী থাকা পর্যন্ত তা বিদ্যমান থাকবে। সেই জন্য আমাদের দেশে সোলার প্যানেল ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদন এবং সোলার ওভেন ব্যবহার করে রান্না করার জন্য ব্যবস্থা করা প্রয়োজন। অত্যন্ত আপতিত সৌর শক্তির ফোটন কণিকা পি-

এন জাংশনের ইলেকট্রনের সাথে যখন ধাক্কা খায় তখন ইলেকট্রন যথেষ্ট শক্তি প্রাপ্ত হয় এবং মূল পরমাণু থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়। এভাবে জাংশনের উভয় পার্শ্বে মুক্ত ইলেকট্রন ও হালের সৃষ্টি হয়। জাংশনে তড়িৎ ক্ষেত্র (electric field) এর প্রভাবে পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে প্রবাহের সৃষ্টি করে। এভাবে সোলার সেলে বৈদ্যুতিক কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

এভাবে সোলার সেলের সাহায্যে দিনের বেলা সম্ভবক কোষ বা সেকেভারি সেল চার্জ করে রাখা হয় এবং রাতে ব্যবহার করা হয়। এক বর্গ সেন্টিমিটার সোলার সেল থেকে সর্বোচ্চ ২০-৪০ মিলি গ্র্যাম্পিয়ার কারেন্ট পেতে পারি।



চিত্র ৭.১ : সোলার সেল।

৭.৩ সোলার সিস্টেমে ব্যবহৃত সরঞ্জামাদির তালিকা: সোলার সিস্টেমে যে সমস্ত সরঞ্জাম ব্যবহৃত হয় সেগুলো হলো- (ক) সোলার প্যানেল, (খ) ব্যাটারি, (গ) চার্জ নিয়ন্ত্রক এবং (ঘ) লোড।

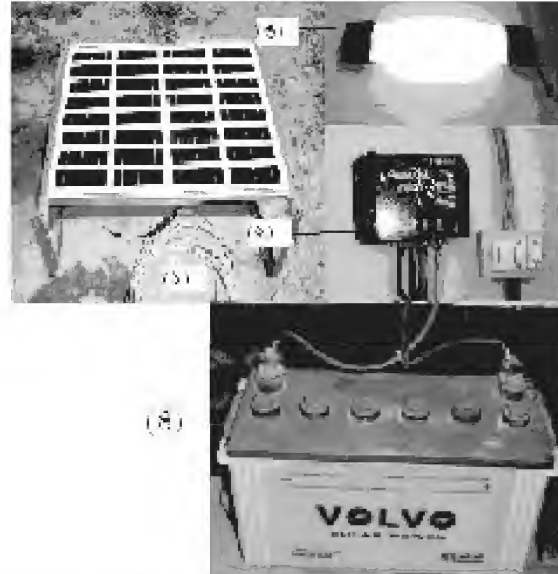
(ক) সোলার প্যানেল: এটাই মূলত সৌর শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরের মূল উপাদান যা সৌর কোষ বা সোলার প্যানেল নামে পরিচিত। আধুনিক কৌশল ব্যবহার করে তৈরি হয়েছে সৌর কোষ। সৌর কোষের বা সোলার প্যানেলের বৈশিষ্ট্য হলো এর উপর সূর্যের আলো পড়লে এ থেকে সরাসরি তড়িৎ শক্তি পাওয়া যায়।

(খ) ব্যাটারি: এর দ্বারা সোলার প্যানেলের মাধ্যমে রূপান্তরিত সৌর শক্তি প্রয়োজনের সময়ে ব্যবহারের জন্য সঞ্চিত রাখা হয়। এ কাজে সচরাচর লিড এসিড ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়।

(গ) চার্জ নিয়ন্ত্রক: ইহাকে চার্জ কন্ট্রোলারও বলা হয়। ইহা ব্যাটারীতে জমাকৃত বিদ্যুৎ এর পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করে এবং ব্যাটারির জীবনকাল সংরক্ষণ করে। ইহা শক্তি রূপান্তরে প্রধান ইউনিট হিসেবে কাজ করে।

(ঘ) লোড: উৎপাদিত সৌর বিদ্যুৎ ব্যবহারের জন্য বিভিন্ন ধরনের বৈদ্যুতিক সামগ্রী যেমন টিভি, রেডিও, টেপ রেকর্ডার, ফোন, ফ্যাক্স, বাতি, ফ্যান, কম্পিউটার, মোবাইল, সেচযন্ত্র, ক্যালকুলেটর, ঘড়ি ইত্যাদি সংযুক্ত থাকে।

সরঞ্জামাদির মধ্যে বৈদ্যুতিক সংযোগের জন্য তার, ব্যাটারির জন্য হাইড্রোমিটার ব্যবহার করা হয়। সোলার প্যানেল খুঁটি বা ঘরের চালে বা দালানের ছাদে আনুভূমিকের সাথে ২৩ ডিগ্রি কোণে স্থাপন করতে হয়; যাতে করে সরাসরি সূর্যের আলো প্যানেলে পড়ে। অন্যান্য সবকিছু ঘরের ভিতরে থাকবে। বিভিন্ন ক্ষমতার সোলার প্যানেল লাগিয়ে বিদ্যুৎ চাহিদা মেটানো যেতে পারে।



চিত্র ৭.২: সোলার সিস্টেম। (১) সোলার প্যানেল, (২) চার্জ কন্ট্রোলার, (৩) লাইট লোড, (৪) ব্যাটারি

৭.৪ এচলিত বিদ্যুৎ উৎপাদন পদ্ধতির সাথে তুলনা: এচলিত বিদ্যুৎ উৎপাদন পদ্ধতিগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো, জাপ বিদ্যুৎ, শানি বিদ্যুৎ ও ডিম্বেল ইঞ্জিন চালিত টারবাইনের দ্বারা উৎপাদিত বিদ্যুৎ। এ সবেরই প্রধান উৎস ঘুরে ফিরে সৌরশক্তি। আর সোলার সিস্টেমে উৎপাদিত বিদ্যুৎ এর সাথে তুলনা করলে যে সুবিধা হলো সোলারসিস্টেমে পাওয়া যায় তা হলো:

১. বিদ্যুৎ উৎপাদন ব্যয় খুব কম। প্রায় প্রাথমিক বিনিয়োগে ইহা চলে।
২. চলতি খরচ বা পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণ খরচ খুবই কম।
৩. সহজে স্থাপন বোল্ট, সম্ভারনশ, এবং স্থানান্তর সহজ।
৪. বৈদ্যুতিক দুর্ঘটনা ঘটান সম্ভাবনা নেই বলে ইহা অধিক নিরাপদ।
৫. শব্দহীন, পদার্থহীন ও পরিবেশ দূষণমুক্ত থাকে।
৬. নির্ভরশীলতা বেশি ও পরিচালনা সহজ।
৭. স্থানানী খরচ নেই, সহজে নষ্ট হয় না, বিলের খামেলা নেই এবং স্থাপন ব্যয় খুব কম।
৮. কৃত্রিম উপায়ে সৌরশক্তি ব্যবহারের অনেক সুবিধা পাওয়া যায়, আর ভুলত্রুটি বেশি।
৯. লোডের নিকটে স্থাপন করা যায় বলে পাওয়ার পরিবহন খরচ নেই।
১০. বায়ুমণ্ডল বা প্রাকৃতিক থাকলে এ এনার্জির উৎস চিরস্থায়ী।

সোলারএনার্জি ব্যবহারের অনেক সুবিধা থাকলেও বাস্তবে এ শক্তির রূপান্তর বা সঞ্চয় ব্যাপকভাবে সম্ভব হচ্ছে না। এ শক্তির উৎপাদন ও ব্যবহারে কিছু অসুবিধা বিদ্যমান। প্রাথমিক খরচ খুব বেশি এবং আবহাওয়া অনিশ্চিত কারণে এবং রাতে সূর্যের আলোর অনুপস্থিতিতে এনার্জি উৎপাদন সম্ভব হয় না। সরকার সৌর শক্তি ব্যবহারের উপর ব্যাপক ভর্তুকি দিচ্ছে এবং দিন দিন এর ব্যবহার বৃদ্ধি পাচ্ছে। পৃথিবীতে আলত সৌরশক্তির বেশির ভাগ বিজ্ঞান কারণে ব্যবহার করা যায় না। এর মধ্যে বহুশক্তির অভাব অন্যতম। বর্তমানে সরকার আধুনিক অবকাঠামো স্থাপনার সৌর সিস্টেম স্থাপনে ভর্তুকি দিচ্ছে। তাবিহ্য এ উন্নতমানের সোলার সেল সংশ্লিষ্ট হতে এবং এ শক্তিতে এনার্জি উৎপাদনের তাবিহ্য উৎকর্ষ।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সোলার সিস্টেমের প্রধান অংশের নাম কী?
- ২। সৌরশক্তি ব্যবহারের সীমাবদ্ধতা কী?
- ৩। সোলার প্যানেলের কাজ কী?
- ৪। চার্জ কন্ট্রোলার এর কাজ কী?
- ৫। সোলার সিস্টেমের চার্জ কোথায় জমা থাকে?
- ৬। সোলার এনার্জি ব্যবহারের প্রধান অসুবিধা কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সোলার সিস্টেম বলতে কী বোঝায়?
- ২। সোলার সিস্টেমে ব্যবহৃত সরঞ্জামাদির তালিকা প্রস্তুত কর।
- ৩। সোলার সিস্টেমে লোড হিসেবে কী কী ব্যবহৃত হয়?
- ৪। সোলার সিস্টেমের ব্যবহার লেখ।
- ৫। সোলার প্যানেল কীভাবে স্থাপন করতে হয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সোলার পদ্ধতি কাকে বলে? গুরুত্ব উল্লেখপূর্বক সোলার সিস্টেমের বর্ণনা দাও?
- ২। প্রচলিত বিদ্যুৎ উৎপাদন পদ্ধতির সাথে সোলার সিস্টেমের সুবিধা ও অসুবিধা আলোচনা কর।

অষ্টম অধ্যায় সাবস্টেশন (Sub-Station)

সাবস্টেশন পাওয়ার সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। বৈদ্যুতিক পাওয়ার পরিবহন ও বিতরণের ক্ষেত্রে সাবস্টেশনের গুরুত্ব অপরিসীম। বর্তমান যুগে অল্টারনেটিং কারেন্ট (এসি) বৈদ্যুতিক পাওয়ার উৎপাদন করে পরিবহন ও বিতরণ করা হচ্ছে। বৈদ্যুতিক পাওয়ার উৎপাদনে বিভিন্ন সুবিধার্থে লোড প্রান্ত থেকে দূরে পাওয়ার উৎপাদন কেন্দ্র অবস্থিত। বিভিন্ন স্থানে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজের বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য বিভিন্ন যন্ত্রপাতি সমন্বয়ে বিদ্যুৎ বিতরণের যে স্টেশন তাহাই সাবস্টেশন নামে পরিচিত। ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা যন্ত্রপাতির ধরন, অবস্থান অনুযায়ী সাবস্টেশনকে বিভিন্ন ভাগে ভাগ করা হয়। আলোচ্য অধ্যায়ে সাবস্টেশনের কাজ, যন্ত্রপাতি এবং সেগুলোর অপারেশন সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

সাবস্টেশন বা বিদ্যুৎ উপকেন্দ্র হলো কতকগুলো প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামের সংযোগ স্থল যেগুলোর মাধ্যমে বৈদ্যুতিক পাওয়ারের কিছু বৈশিষ্ট্য পরিবর্তন করে বিদ্যুৎ সরবরাহ করা হয়। বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র ও গ্রাহকের মাঝখানে সাবস্টেশন একটি মাধ্যমিক স্টেশন যা বৈদ্যুতিক পাওয়ার পরিবহন (ট্রান্সমিশন) ও বিতরণে (ডিস্ট্রিবিউশন) মূলত এসি ভোল্টেজের পরিবর্তনে কাজ করে। সাবস্টেশনের মাধ্যমে প্রয়োজন অনুসারে কম (লো) ভোল্টেজকে বেশি (হাই) ভোল্টেজে এবং হাই ভোল্টেজকে লো ভোল্টেজে পরিবর্তন করে বিদ্যুৎ পরিবহন (ট্রান্সমিশন) ও বিতরণ (ডিস্ট্রিবিউশন) করা হয়।



চিত্র ৮.১: আউটডোর সাবস্টেশন।

একটি সাবস্টেশনের অবস্থান, ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির নির্ভরযোগ্যতা ও অপারেশন এর উপর বিদ্যুৎ ব্যবস্থার নিরবিচ্ছিন্নতা নির্ভর করে।

৮.১ সাবস্টেশন এর কাজ: বিভিন্ন সুবিধার জন্য লোড প্রাপ্ত থেকে অনেক দূরে বৈদ্যুতিক পাওয়ার উৎপাদন কেন্দ্র বা বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র অবস্থিত। এ কারণগুলোর মধ্যে অন্যতম হচ্ছে বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহৃত জ্বালানীর প্রাপ্যতা। সিস্টেমের পাওয়ার লস বা অপচয় কমিয়ে বিভিন্ন স্থানে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজের বিদ্যুৎ সরবরাহ করাই সাবস্টেশনের কাজ। সাবস্টেশন পাওয়ার সিস্টেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের উৎপাদিত ভোল্টেজ এর মান বৃদ্ধি করে ট্রান্সমিশন (পরিবহন) লাইনের মাধ্যমে দূরবর্তী স্থানে প্রেরণ এবং আবার প্রয়োজনে উচ্চ ভোল্টেজকে ব্যবহার উপযোগী ভোল্টেজে পরিবর্তন করাই সাবস্টেশনের প্রধান কাজ। এ কাজের জন্য বিভিন্ন যন্ত্রপাতি বা সুইচ গিয়ার বসানো থাকে। এ কাজের অন্যতম বৈদ্যুতিক মেশিন হলো ট্রান্সফরমার।

সাবস্টেশনের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক পাওয়ারকে কন্ট্রোলিং, রেগুলেটিং, ট্রান্সফরমারিং ও ডিভাইডিং ইত্যাদি করা হয়। তাছাড়া বিদ্যুৎ ব্যবহার রক্ষণাবেক্ষণের জন্য সার্জ এ্যাবজরভার, লাইটনিং এ্যারেস্টার ইত্যাদি রক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

৮.২ সাবস্টেশনের যন্ত্রপাতি (Equipment of sub-station): বিদ্যুৎ ব্যবস্থার সুষ্ঠু কন্ট্রোলিং, মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ, রেগুলেটিং এর জন্য যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়, সেগুলোর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো ১। বাসবার, ২। সার্কিট ব্রেকার, ৩। লাইটনিং এ্যারেস্টার, ৪। আইসোলেশন, ৫। ট্রান্সফরমার, ৬। ইন্সট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার, ৭। ইনসুলেটর, ৮। কন্ট্রোল প্যানেল, ৯। আর্থিং সিস্টেম, ১০। আশুন নিভানোর যন্ত্র, ১১। সার্জ এ্যাবজরভার এবং ১৩। ক্যাবল ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য।

৮.৩ সাবস্টেশনের যন্ত্রপাতি অপারেট: বিদ্যুৎ ব্যবহার সুষ্ঠু কন্ট্রোলিং, রেগুলেটিং, মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণের জন্য, যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় সেগুলোর সঠিক অপারেশন করতে না পারলে বিদ্যুৎ ব্যবহারে বিপর্যয় দেখা দেওয়াসহ প্রাণহানির সম্ভাবনা থাকে। এ সকল যন্ত্রপাতির অপারেশনের নিয়ম জানলে এবং তা মেনে অপারেট/চালনা করলে জীবন হানির মত দুর্ঘটনা অনেকাংশে কম ঘটবে।

সাবস্টেশনে যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয়, সেগুলোর অপারেশন বা চালনা নিচে সংক্ষেপে বর্ণনা করা হলো-

১। বাসবার (Busbar): ইহা কতকগুলো মোটা তামা বা অ্যালুমিনিয়াম পাত যোগুলো নাট বোল্টের মাধ্যমে শক্তভাবে আটকানো থাকে। বাসবার সার্কিট হতে বৈদ্যুতিক পাওয়ার বা এনার্জি সংগ্রহ ও বিতরণ করে।

২। সার্কিট ব্রেকার (Circuit breaker): যে কোন ত্রুটিপূর্ণ সার্কিটে যখন মাত্রাতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হয়, তখন রিলের মাধ্যমে সার্কিট ব্রেকার সাপ্লাই থেকে অটোমেটিকভাবে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে সার্কিট বিচ্ছিন্ন করে। আবার হাতলের মাধ্যমেও ইহা অপারেট করা যায়।

৩। লাইটনিং এ্যারেস্টার (Lightning arrester): লাইটনিং বা বজ্রপাতের ফলে লাইনে যে হাই ভোল্টেজের সৃষ্টি হয় তা থেকে বৈদ্যুতিক লাইন, যন্ত্রপাতি ও অন্যান্য সরঞ্জাম রক্ষার জন্য যে ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাহাই লাইটনিং এ্যারেস্টার। ইহা অটোমেটিকভাবে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে কাজ করে। সাব স্টেশনে প্রটেকটিভ ডিভাইসের মধ্যে ইহা খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

৪। আইসোলেটর (Isolator): ইহা হচ্ছে মেকানিক্যাল সুইচিং পদ্ধতি যাকে বিনা লোডে অফ-অন করা হয়। লাইনে সংযুক্ত সার্কিট ব্রেকারের অপারেশনের পর আইসোলেটর অপারেট করতে হয়। অর্থাৎ লোডবিহীন অবস্থায় ইহা অপারেট করতে হয়। নিরাপদ ভাবে বৈদ্যুতিক লাইনের কাজ করতে আইসোলেটরের গুরুত্ব অধিক।

৫। ট্রান্সফরমার (Transformer): ইহা সাবস্টেশনে ব্যবহৃত অন্যতম ডিভাইস বা ইলেকট্রিক্যাল মেশিন। ইহার মাধ্যমে সাব স্টেশনের মূল কার্যক্রম ঘটে। অর্থাৎ সিস্টেমের ভোল্টেজ বাড়ানো ও কমানোর কাজ ট্রান্সফরমারই করে। সাবস্টেশনের প্রধান অংশ ট্রান্সফরমারের কার্যক্রম সঠিকভাবে করার জন্যই অন্যান্য সরঞ্জাম ব্যবহার করা হয়। ইহার রুটিন রক্ষণাবেক্ষণ খুব গুরুত্বের সাথে করা উচিত।

৬। ইন্সট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার (Instrument transformer): লো রেঞ্জের মিটার দিয়ে হাই বা উচ্চ ভোল্টেজ ও কারেন্ট পরিমাপ করতে এবং কন্ট্রোলিং ডিভাইসসমূহের অপারেশনের জন্য ইন্সট্রুমেন্ট ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়। কারেন্ট পরিমাপে কারেন্ট ট্রান্সফরমার (সিটি) এবং ভোল্টেজ পরিমাপে পটেনশিয়াল ট্রান্সফরমার (পিটি) ব্যবহার করা হয়।

৭। ইনসুলেটর (Insulator): সাবস্টেশনের সুইচ গিয়ার, বাসবার, ট্রান্সফরমার সঠিকভাবে সংযোগের জন্য চীনা মাটির তৈরি ব্যবহৃত উপাদানই ইনসুলেটর।

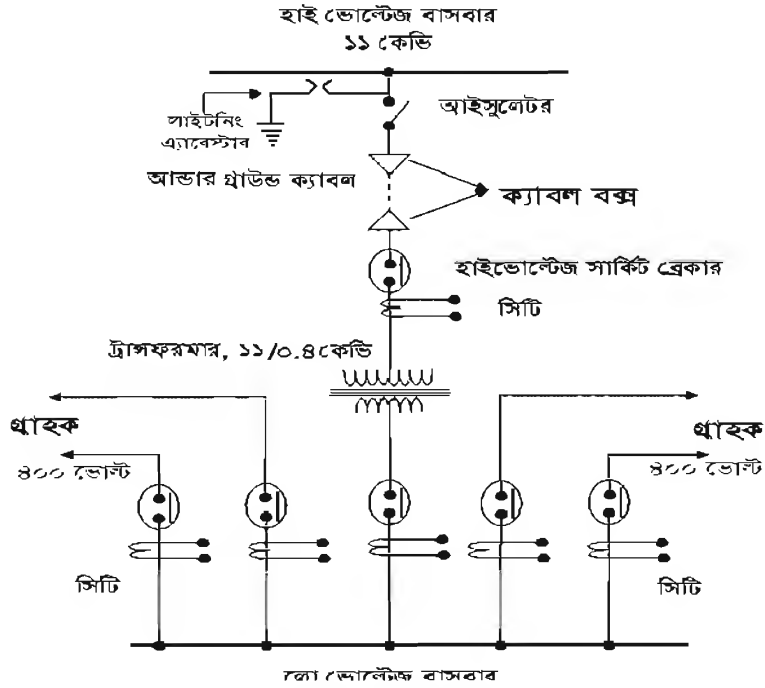
৮। কন্ট্রোল প্যানেল (Control panel): সিস্টেমের অটোমেটিক অপারেশনের জন্য যে প্যানেল বোর্ড, মিটারসমূহ রিলে যুক্ত থাকে তাহাই কন্ট্রোল প্যানেল। কন্ট্রোল প্যানেল থেকেই সিস্টেম কন্ট্রোল করা হয়।

৯। আর্থিং সিস্টেম (Earthing system): সাবস্টেশনে ব্যবহৃত ট্রান্সফরমার, সুইচ গিয়ার, বাসবার ইত্যাদি নিয়ম মোতাবেক গ্রাউন্ড বা আর্থিং করা থাকে। ইহা নিরাপত্তার জন্য খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

১০। সার্জ এ্যাবজরভার (Surge absorber): সার্জ ভোল্টেজ এর প্রতিক্রিয়া নিরাপদভাবে আর্থিং করতে ইহা কাজ করে।

১১। আগুন নিভানোর যন্ত্র (Fire Extinguisher): বৈদ্যুতিক শর্ট সার্কিট বা কোন কারণে আগুন লেগে যেন দুর্ঘটনা না ঘটে তার জন্য আগুন নিভানোর যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

৮.৪ নিচে ১১/০.৮ কেভি সাবস্টেশনের সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম দেখানো হলো।



চিত্র ৮.২: ১১/০.৮ কেভি সাবস্টেশনের সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সাবস্টেশনে ব্যবহৃত মূল ডিভাইস কোনটি?
- ২। সাবস্টেশন কী কাজে ব্যবহৃত হয়?
- ৩। সাবস্টেশনের মাধ্যমে বিদ্যুৎ এর কী পরিবর্তন ঘটানো হয়?

গৃহস্থিক প্রশ্ন

- ১। সাবস্টেশন কাকে বলে?
- ২। সাবস্টেশনের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৩। সাবস্টেশনের ব্যবহৃত ৪টি প্রধান সরঞ্জামের নাম লেখ।
- ৪। সাবস্টেশনের কাজ লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। ১১ কেভি/ ০.৮ কেভি সাবস্টেশনের সিঙ্গেল লাইন ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর।
- ২। সাবস্টেশনে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিগুলোর নাম লেখ।

নবম অধ্যায়

সার্কিট ব্রেকার

Circuit Breaker

বিদ্যুৎ শক্তির চাহিদাকে আধুনিক সভ্যতার সূচক হিসেবে প্রকাশ করা হয়। আলো জ্বালাতে, তাপ উৎপাদনে, কর-কারখানায় মেশিন চালাতে বিদ্যুৎ শক্তির প্রয়োজন হয়। বৈদ্যুতিক ত্রুটি রোধ করে নিরবচ্ছিন্ন সরবরাহ একান্ত প্রয়োজন। একাজে জেনারেটর, ট্রান্সমিশন লাইন, ডিস্ট্রিবিউশন লাইন এবং ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি অন-অফ করতে সুইচ, ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, রিলে ইত্যাদি ব্যবহার করে সুইচিং এবং প্রটেকশনের (নিরাপত্তার) কাজ করা হয়। ঐ সকল সরঞ্জামকে সুইচ গিয়ার বলে। আমাদের দেশের বৈদ্যুতিক সিস্টেম গ্রিড সিস্টেম। ইহার কানেকটেড ওভার হেড এ সিস্টেমে বিভিন্ন ধরনের ত্রুটি প্রায়ই ঘটছে। এ সমস্ত ত্রুটি থেকে সিস্টেমকে রক্ষা এবং পরিচালিত করার জন্য ফিউজ, সার্কিট ব্রেকার, রিলে ইত্যাদি রক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। সাধারণ অবস্থায় অন-অফ করার কাজে সুইচ এবং ত্রুটি দেখা দিলে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহ থেকে সিস্টেম রক্ষায় সার্কিট ব্রেকার, রিলে ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। দামের বিষয় ছাড়া রক্ষণ যন্ত্র হিসেবে সার্কিট ব্রেকার সর্বোত্তম বা সবচেয়ে সুবিধাজনক। ফিউজের সুবিধা থাকা সত্ত্বেও হাই ভোল্টেজ এবং হাই কারেন্টে সার্কিট ব্রেকার খুবই প্রয়োজন।

সার্কিট ব্রেকার নো লোড, ফুল লোড এবং শর্ট সার্কিট যে কোন অবস্থায় হাত দিয়ে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে অপারেট করে। আলোচ্য অধ্যায়ে সার্কিট ব্রেকার সম্পর্কে প্রাথমিক আলোচনা করা হয়েছে।

৯.১ সার্কিট ব্রেকারের সংজ্ঞা (The meaning of circuit breaker) : সার্কিট ব্রেকার একটি সুইচিং ও প্রটেকটিভ ডিভাইস, যা দুইটি মৌলিক উদ্দেশ্যে ব্যবহৃত হয়।

- (১) সিস্টেম পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণ এর ক্ষেত্রে সুইচিং করতে,
- (২) শর্ট সার্কিট জনিত ত্রুটিতে স্বয়ংক্রিয় অপারেশনের জন্য।

বৈদ্যুতিক পাওয়ার সিস্টেমের ত্রুটিতে বা ওভারলোড জনিত কারণে মাত্রাতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহে সিস্টেম ও ব্যবহৃত যন্ত্রপাতিকে ক্ষতির হাত থেকে রক্ষার জন্য যে স্বয়ংক্রিয় ডিভাইস ব্যবহার করা হয় তাকে সার্কিট ব্রেকার বলে। সার্কিট ব্রেকারের স্বয়ংক্রিয় অপারেশনের জন্য রিলে কাজ করে। বৈদ্যুতিক পাওয়ার সিস্টেমের ত্রুটিতে যে মাত্রাতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হয় তাতে ডিভাইস ও সরঞ্জাম নষ্ট হয়ে যেতে পারে। এরূপ দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা করতে সার্কিট ব্রেকার উপযোগী প্রটেকটিভ ডিভাইস।

আবার সিস্টেম পরিচালনায় সুইচিং করতে এবং রক্ষণাবেক্ষণে সিস্টেম অপারেট করতে ইহা ব্যবহার হয়। সুতরাং আমরা বলতে পারি, সার্কিট ব্রেকার একটি স্বয়ংক্রিয় প্রটেকটিভ ডিভাইস, যা প্রয়োজনে সুইচিং ডিভাইস হিসেবে কাজ করে। সার্কিট ব্রেকারের ক্ষমতাকে কেভিএ বা এমভিএ দিয়ে লেখা হয়।

৯.২ সার্কিট ব্রেকারের প্রয়োজনীয়তা (Necessity of circuit breaker): বৈদ্যুতিক শক্তি বন্টন ব্যবস্থায় নির্ধারিত ভোল্টেজ, ফ্রিকুয়েন্সি, ওয়েভ ফরমে গ্রাহকের নিকট বিদ্যুৎ সাপ্লাই করা প্রয়োজন। তিন ফেজ ইন্টার কানেকটেড পাওয়ার সিস্টেমে হাই ভোল্টেজ ট্রান্সমিশন এবং লো ভোল্টেজ ডিস্ট্রিবিউশন ব্যবস্থা প্রচলিত। নিরাপদ ও নিরবচ্ছিন্ন ভাবে ব্যবহারযোগ্য বিদ্যুৎ সাপ্লাই খুব গুরুত্বপূর্ণ। সিস্টেমের সুষ্ঠু পরিচালনা, নিয়ন্ত্রণ এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য সার্কিট ব্রেকার ব্যবহারের গুরুত্ব অপরিসীম। সিস্টেমে মান সম্পন্ন সার্কিট ব্রেকার

ব্যবহার না করলে সংঘটিত বৈদ্যুতিক ত্রুটির জন্য ব্যবহৃত লাইন, সুইচ গিয়ার, ট্রান্সফরমার, যন্ত্রপাতি সবই নষ্ট হতে পারে। সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার না করলে সিস্টেম অফ ও অন করা যাবে না। সার্কিট ব্রেকার অফ না করে আইসোলেশন, ফিউজ ওপেন করা যাবে না এবং লাইন, ট্রান্সফরমার, বারবার রক্ষণাবেক্ষণ সম্ভব হবে না।

সার্কিট ব্রেকার ছাড়া লাইনের মনিটরিং ও নিয়ন্ত্রণ সম্ভব নয়। ওভার লোড, শর্ট সার্কিট, লো ভোল্টেজ জনিত কারণে সার্কিট স্বয়ংক্রিয়ভাবে অফ করতে সার্কিট ব্রেকার সবচেয়ে উপযোগি রক্ষণ যন্ত্র।

৯.৩ সার্কিট ব্রেকারের প্রকারভেদ (Classification of circuit breaker): সার্কিট ব্রেকারের গঠন, অপারেশন, কার্যনীতি ইত্যাদির উপর ভিত্তি করে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায়।

১। এয়ার সার্কিট ব্রেকার, ২। অয়েল সার্কিট ব্রেকার এবং ৩। সালফার হেক্সা-ফ্লোরাইড (SF_6) সার্কিট ব্রেকার।

আর্ক নির্বাপনের ব্যবস্থা অনুসারে এয়ার সার্কিট ব্রেকার আবার দুই প্রকার-

(ক) সাধারণ এয়ার সার্কিট ব্রেকার ও

(খ) এয়ার ব্লাস্ট সার্কিট ব্রেকার।

তেলের পরিমাণের উপর নির্ভর করে অয়েল সার্কিট ব্রেকার আবার দুই রকম-

(ক) মিনিমাম বা স্মল বা লো অয়েল সার্কিট ব্রেকার ও

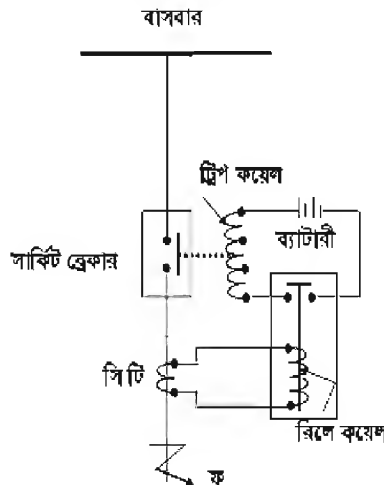
(খ) বাল্ক অয়েল সার্কিট ব্রেকার।

কার্যনীতির উপর ভিত্তি করে বাল্ক অয়েল সার্কিট ব্রেকার আবার দুই রকম হয়ে থাকে।

(১) প্লেইন ব্রেক টাইপ বাল্ক অয়েল সার্কিট ব্রেকার ও

(২) আর্ক নিয়ন্ত্রিত বাল্ক অয়েল সার্কিট ব্রেকার।

৯.৪ সার্কিট ব্রেকারের মূলনীতি: বিদ্যুৎ সিস্টেম সুষ্ঠুভাবে পরিচালনা ও রক্ষণাবেক্ষণের জন্য সার্কিটের অফ-অন করার কাজে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহৃত হয়। সাধারণভাবে সিস্টেমের ত্রুটির কারণে খুব বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হলে সার্কিট ব্রেকার স্বয়ংক্রিয়ভাবে (অটোমেটিক্যালি) ত্রুটিপূর্ণ অংশ সাপ্লাই থেকে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। স্বয়ংক্রিয়ভাবে সার্কিট ও সার্কিট ব্রেকারের অপারেশনের জন্য ইহার সাথে সিটির মাধ্যমে রিলে এবং ট্রিপিং সার্কিট যুক্ত থাকে। ৯.১ নং চিত্রের মাধ্যমে সার্কিট ব্রেকারের কার্যনীতি ব্যাখ্যা করা হলো।



চিত্র ৯.১: সার্কিট ব্রেকারের কার্যনীতি।

চিত্র অনুযায়ী লাইনের 'ফ' চিহ্নিত স্থানে ক্রটির কারণে প্রবাহিত মাত্রাতিরিক্ত কারেন্টের আনুপাতিক কারেন্ট সিস্টেমে সংযুক্ত সিটি'র সেকেন্ডারি কয়েল দিয়ে প্রবাহিত হয়ে রিলের কয়েল উত্তেজিত করে এবং এতে ট্রিপ সার্কিট অন হয়ে যায়। আর তখন সার্কিট ব্রেকার স্বয়ংক্রিয়ভাবে অফ হয়ে যায়। এভাবে স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতিতে সার্কিট ব্রেকারের কাজ সংঘটিত হয়। যেহেতু সিস্টেমের ৮০% ক্রটি আপনা আপনিই দূর হয় সেহেতু অল্প সময় পরই সার্কিট ব্রেকার অন করে দিলে প্রায় ক্ষেত্রেই সিস্টেম চলতে থাকে।

৯.৫ আর্ক: বৈদ্যুতিক পাওয়ার সিস্টেমে ক্রটিজনিত কারণে বা ওভার লোড জনিত কারণে মাত্রাতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহ শুরু হলে রিলের মাধ্যমে সার্কিট ব্রেকারের চলনক্ষম কন্ট্যাক্ট খুলতে আরম্ভ করে আর তখনই দুই কন্ট্যাক্ট এর সংযোগস্থলে স্পার্কিং বা স্ফুলিঙ্গ দেখা দেয়। ইহাকেই আর্ক বলে। সার্কিট ব্রেকারের অপারেশনে সৃষ্ট আর্ক মারাত্মক ক্ষতিকর। আর্ক দীর্ঘস্থায়ী হলে অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহ হতেই থাকে এবং সার্কিট ব্রেকারের কন্ট্যাক্টসমূহের ক্ষতি হতে থাকে। ভালো সার্কিট ব্রেকারে ইহা দ্রুত বন্ধ করার ব্যবস্থা থাকে, যা ব্রেকারের একটি ভালো গুণ।

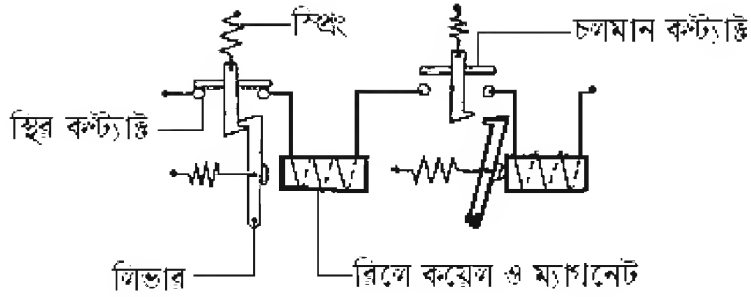
বাতাসের চাপ ও সার্কিট ব্রেকারে তেল এবং তেলের চাপ প্রয়োগ করে আর্ক দূর করা হয়।

৯.৬ আর্ক উৎপন্ন: বৈদ্যুতিক পাওয়ার সিস্টেমে ক্রটিজনিত কারণে বা ওভার লোড জনিত কারণে মাত্রাতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহ শুরু হলে রিলের মাধ্যমে সার্কিট ব্রেকারের চলনক্ষম বা মুভিং কন্ট্যাক্ট খুলতে আরম্ভ করে তখনই দুই কন্ট্যাক্ট এর সংযোগস্থলে আর্ক দেখা দেয়। ব্রেকারের কন্ট্যাক্ট খোলার মহুর্তে কন্ট্যাক্টগুলোর মাঝে খুব অল্প ফাঁকের (গ্যাপের) কারণে খুব বেশি রেজিস্ট্যান্স তৈরি হয় এবং কারেন্ট প্রবাহে I^2R পাওয়ার লসে প্রচুর তাপ সৃষ্টি হয়। সৃষ্ট প্রচণ্ড তাপে বাতাস ও তেল আয়োনাইজড হয় এবং মুক্ত ইলেকট্রন তৈরি করে। ইহার ফলে কারেন্ট প্রবাহ অব্যাহত থাকে, ফলে আর্ক তৈরিও অব্যাহত থাকে। বাতাসের চাপ বা তেলের প্রবাহ ঘটিয়ে সৃষ্ট আর্ক দ্রুত অপসারণের মাধ্যমে সার্কিট ব্রেকারের যথাযথ অপারেশন সম্ভব হয় এবং আর্ক নিভে যায়।

৯.৭ সার্কিট ব্রেকারের সাধারণ গঠন: সার্কিট ব্রেকারের সাধারণ গঠন নিচে বর্ণনা করা হলো। ব্রেকারের মূল অংশগুলো নিম্নরূপ।

১। স্থির বা ফিক্সড কন্ট্যাক্ট, ২। মুভিং বা চলমান কন্ট্যাক্ট, ৩। অপারেটিং রড বা লিভার, ৪। ইনসুলেটর বুশিং, ৫। ভেন্ট পাইপ, ৬। স্প্রিং, ৭। হাতল বা নব, ৮। ট্যাংক বা ধারক, ৯। ঢাকনা ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য।

ব্রেকারের স্বয়ংক্রিয় অপারেশনের জন্য এতে দুইটি লিভার, একটি বৈদ্যুতিক চুম্বক ও দুইটি স্প্রিং থাকে। কন্ট্যাক্ট লিভারের সাথে একটি স্প্রিং আটকানো থাকে, যা হোল্ডিং লিভারকে চুম্বকের বিপরীত দিকে টেনে রাখে। বৈদ্যুতিক চুম্বকের কয়েলটি লাইনের সাথে সরাসরি সিরিজে সংযুক্ত থাকে অথবা, কারেন্ট ট্রান্সফরমারের সাথে সংযুক্ত থাকে। সম্পূর্ণ অংশগুলোকে একটি ইস্পাত নির্মিত বক্সে স্থাপন করা হয় যাকে ঢাকনা বলে। কন্ট্যাক্ট লিভারকে চাপ দিয়ে ব্রেকার বন্ধ করার জন্য একটি প্লাস্টিকের নব বা হ্যান্ডেল থাকে। এতে চাপ দিলে ট্রিপিং সার্কিট দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হওয়া শুরু হয় এবং ব্রেকার ট্রিপ করে। অপারেশনের সময় আর্ক জনিত তাপে যে গ্যাসের সৃষ্টি হয় তা ট্যাংক থেকে বের হওয়ার জন্য ট্যাংক বা ধারকের উপরিভাগে ভেন্ট পাইপ থাকে।



চিত্র ৯.২: সাধারণ সার্কিট ব্রেকারের গঠন।

অতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হলে চুম্বকের আকর্ষণে হোল্ডিং লিভার নেমে আসে। তার ফলে স্প্রিং এর টানে কন্ট্যাক্ট লিভার সরে যায় এবং সার্কিট খুলে যায়, যা ৯.১ নং এবং ৯.২ নং চিত্রের মাধ্যমে সহজেই বোঝা যায়।

৯.৮ সার্কিট ব্রেকারের ব্যবহার (Uses of circuit breaker): বিদ্যুৎ সিস্টেমের সুষ্ঠু পরিচালনায়, রক্ষণাবেক্ষণে ব্যাপকভাবে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহৃত হয়। বিদ্যুৎ সিস্টেমে ইহার ব্যবহার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। নিচে ইহার ব্যবহার উল্লেখ করা হলো-

- (১) প্রয়োজন অনুসারে পাওয়ার লাইন অন-অফ করতে সার্কিট ব্যবহার করা হয়।
- (২) বৈদ্যুতিক লাইনে ত্রুটির জন্য ক্ষয়-ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করতে, ইহা ব্যবহৃত হয়।
- (১) সাপ্লাই ব্যবস্থার ত্রুটিপূর্ণ অংশকে ত্রুটিমুক্ত অংশ থেকে আলাদা করতে, ইহা ব্যবহৃত হয়।
- (২) সিস্টেমের মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণে সার্কিট অফ করতে, ইহা ব্যবহৃত হয়।
- (৩) অয়েল সার্কিট ব্রেকার মূলত সাবস্টেশন, বড় বড় শিল্প কারখানায় ব্যবহৃত হয়।

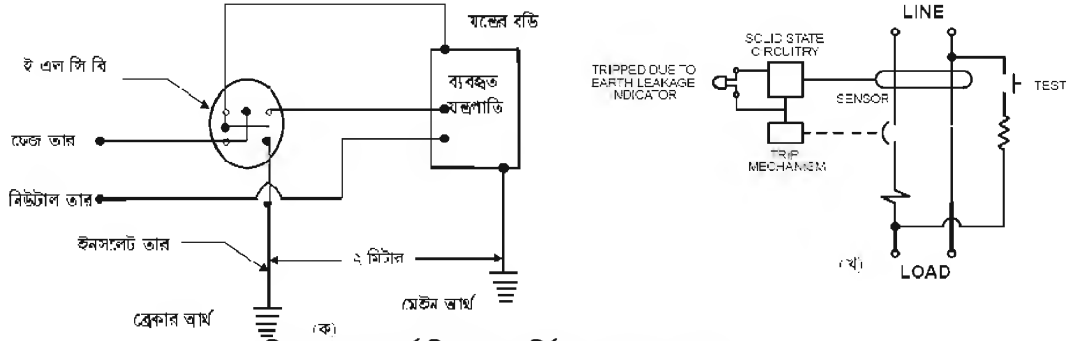
আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার (ELCB) ওয়ারারিং বা সার্কিটের লিকেজ জনিত কারণে যেন দুর্ঘটনা না ঘটে সে জন্য কাজ করে। এ অধ্যায়ে ইমলসিবি এর গুরুত্ব ও কার্যপদ্ধতি বর্ণনা করা হয়েছে।

৯.৯ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার এর সংজ্ঞা: আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার একটি রক্ষণযন্ত্র বা প্রটেকটিভ ডিভাইস, যা লিকেজ জনিত দোষযুক্ত বা ত্রুটিপূর্ণ সার্কিটকে ভালো অংশ থেকে বিচ্ছিন্ন করে বিপদজনক অবস্থা হতে রক্ষা করে। সার্কিটের লিকেজ কারেন্ট ব্রেকারের মধ্য দিয়ে আর্থে প্রবাহিত হয়ে লাইনকে বিচ্ছিন্ন করে বলে এর নামকরণ হয়েছে আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার। একে সংক্ষেপে ইএলসিবি বলে। অর্থাৎ, সার্কিটে লিকেজ জনিত ত্রুটির কারণে যে সার্কিট ব্রেকার সংশ্লিষ্ট সার্কিটকে ত্রুটিযুক্ত স্থান হতে বিচ্ছিন্ন করে তাকে আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার বলে।

৯.১০ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের প্রয়োজনীয়তা: যেখানে আর্থ রেজিস্ট্যান্সের মান সন্তোষজনক পাওয়া যায় না বা বেশি হয় সেখানে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি আর্থে এর উদ্দেশ্য সফল করার জন্য আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার লাগানো হয়। আর্থ সার্কিটে এ যন্ত্র বসানোর উদ্দেশ্য হচ্ছে সার্কিটে কারেন্ট লিকেজ হলে তা যন্ত্রের রিলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে আর্থে যায় এবং রিলে অপারেট করে। আর তখনই সংযুক্ত সার্কিট ব্রেকার লাইন অফ করে। লিকেজ জনিত কারেন্ট বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে শক না পেতে ইহা অত্যন্তকার্যকরী ভূমিকা রাখে। ব্রেকারের অপারেশনে লিকেজ সার্কিট আলাদা হয়ে যায়। পাওয়ার সার্কিটে এ ধরনের সার্কিট ব্রেকারের গুরুত্ব খুব বেশি।

৯.১১ আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের সার্কিটে সংযোগের চিত্র: আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ প্রটেকটিভ ডিভাইস। এর মধ্যে টেস্ট রেজিস্ট্যান্স, ট্রিপিং কয়েল, পুশ সুইচ ও কন্ট্যাক্ট পাত থাকে। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের রিলে বা কয়েলকে ওয়্যারিং এর আর্থ সার্কিটের সাথে সিরিজে সংযোগ করতে হয়, যা ৯.৩ চিত্র (ক)-তে দেখানো হয়েছে।

৯.৩ চিত্র (খ) নং সিঙ্গেল ফেজ সিস্টেমে ব্যবহারের জন্য সিঙ্গেল পোল আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার এর সংযোগ দেখানো হয়েছে, যেখানে সলিড স্টেট ইলেকট্রনিক ডিভাইস ব্যবহার করা হয়েছে। এ ধরনের আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারে একটি টেস্টিং বাটন থাকে, যার মাধ্যমে ব্রেকারের কার্যকারীতা পরীক্ষা করা যায়।



চিত্র ৯.৩: আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার সংযোগ।

আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার এর সুইচের আর্থ টার্মিনাল ছাড়া আলাদা আর্থ ইলেকট্রোডের সাথে ইনসুলেটেড তার দিয়ে সংযোগ করতে হয়। যখন সার্কিটের মধ্য দিয়ে অতিরিক্ত কারেন্ট লিক করে তখন আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের রিলের মধ্য দিয়ে লিকেজ কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ার সময় আর্মেচার টেনে রাখে এবং সুইচের পাতখুলে অন্য সার্কিটের সাথে সংযোগ করে দেয়। আর এর ফলে যে সার্কিটে কারেন্ট লিক করছিল সেটি খুলে যায় এবং দুর্ঘটনা ছাড়াই কারেন্ট প্রবাহ বন্ধ হয়। ছোট বাড়ির ওয়্যারিং এ ইহা ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না।

কম পরিমাণ বৈদ্যুতিক এনার্জি পরিবহন ও বিতরণের জন্য রক্ষণ যন্ত্র হিসেবে এয়ার সার্কিট ব্রেকার অন্যতম। এ অধ্যায়ে এয়ার সার্কিট ব্রেকারের গঠন ও ব্যবহার সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

৯.১২ এয়ার সার্কিট ব্রেকার (Air circuit breaker): যে সার্কিট ব্রেকারে বায়ুর চাপের মাধ্যমে সার্কিট খুলে দেওয়া ও বন্ধ করার কাজ সম্পন্ন হয় তাকে এয়ার সার্কিট ব্রেকার বলে। এয়ার সার্কিট ব্রেকারে এয়ার চাপের মাধ্যমে সার্কিট ব্রেকারের অপারেশন ঘটে বলে এরূপ নামকরণ করা হয়েছে। ইহার ক্যাপাসিটি কম এবং বর্তমানে ব্যবহার সীমিত। ইহার নিয়মিত রক্ষণাবেক্ষণ করতে হয়।

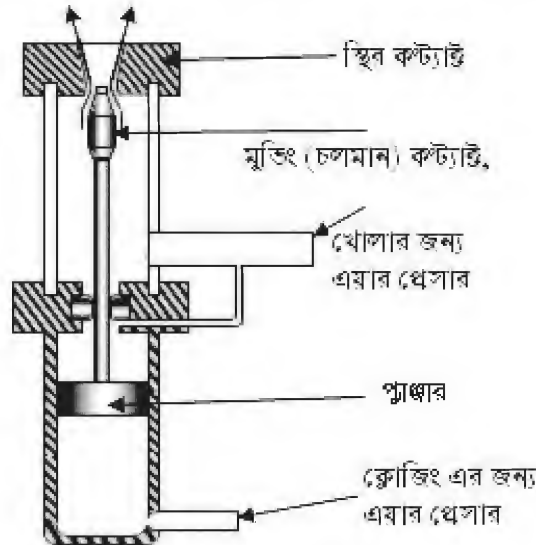
এয়ার সার্কিট ব্রেকারের শ্রেণিবিভাগ নিচে উল্লেখ করা হলো-

এয়ার সার্কিট ব্রেকারে আর্ক নিভানোর জন্য বাতাস ব্যবহার করা হয়। বাতাস ব্যবহারের প্রকার অনুযায়ী এয়ার সার্কিট ব্রেকার দুইপ্রকার।

ক) সাধারণ এয়ার সার্কিট ব্রেকার (Simple Air Circuit Breaker) ও

খ) এয়ার ব্লাস্ট সার্কিট ব্রেকার (Air Blast Circuit Breaker).

সাধারণ এয়ার সার্কিট ব্রেকারে স্থির কন্ট্যাক্ট ও চলনশীল কন্ট্যাক্ট-এর মাঝে সাধারণ বাতাসে আর্ক নির্বাপিত হয়। এয়ার ব্লাস্ট সার্কিট ব্রেকারে উচ্চ চাপের বাতাসের সাহায্যে আর্ক নিভানোর জন্য ইহাকে ধোলা ও বদ্ব করা হয়। ৯.৪ নং চিত্রে এয়ার সার্কিট ব্রেকারের মূল অংশের চিত্র দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৯.৪: এয়ার সার্কিট ব্রেকার মূল অংশ।

৯.১৩ এয়ার সার্কিট ব্রেকারের ব্যবহার: এয়ার সার্কিট ব্রেকারের সুবিধা হলো ইহার গঠন সহজ ও খরচ কম কিন্তু ক্যাপাসিটি কম হয়। বর্তমানে ইহার ব্যবহার সীমিত। নিচে ইহার ব্যবহার উল্লেখ করা হলো।

- ১। বৈদ্যুতিক লাইনকে স্বাভাবিক অবস্থার অন-অফ করার জন্য এ সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়।
- ২। বৈদ্যুতিক লাইনকে অস্বাভাবিক অবস্থায় অনিত কল্প-ক্ষতির হাত হতে রক্ষা করার জন্যও এ সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়। লাইনের কোথাও কোন সোচ-ফ্রটি দেখা দিলে ব্রেকার ট্রিপ করে সোচবৃত্ত অংশকে সুস্থ অংশ হতে আলাদা করে দেয়।
- ৩। সাধারণ এয়ার সার্কিট ব্রেকার ডিস্ট্রিবিউশন ট্রান্সফরমারের লোডের দিকে বাসবারে ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন বাস ডবল, অক্সি আদালতে, হোটেল স্টেশনারীর অপেক্ষাকৃত ছোট আকারের এয়ার সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়।

অয়েল সার্কিট ব্রেকারে ব্যবহৃত তেল আর্ক নিভানো এবং তাই-ইলেকট্রিক মাধ্যম হিসেবে কাজ করে। এ ধরনের সার্কিট ব্রেকারের ক্যাপাসিটি এয়ার সার্কিট ব্রেকারের চেয়ে বেশি হয় কিন্তু রক্ষণাবেক্ষণ খরচ অনেক। সালফার হেক্সা-ফ্লোরাইড সার্কিট ব্রেকারের প্রাথমিক খরচ বেশি হলেও সুবিধা অনেক। এ অধ্যায়ে অয়েল সার্কিট ব্রেকারের ব্যবহার ও এতে ব্যবহৃত তেলের গুণাগুণ নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

৯.১৪ অয়েল সার্কিট ব্রেকার (Oil circuit breaker): যে সার্কিট ব্রেকারের মধ্যে তেল থাকে এবং এর অপারেশন বা অন-অফ ইনসুলেশন অয়েলের মধ্যে হয়ে থাকে, তাকে অয়েল সার্কিট ব্রেকার বলে। অয়েল সার্কিট ব্রেকারে ব্যবহৃত অয়েল ইনসুলেশন প্রদান করে ও আর্ক নিভায়। এ ধরনের সার্কিট ব্রেকারের ক্যাপাসিটি বা এমপিএ রেটিং বেশি হয়।

অয়েল সার্কিট ব্রেকারে ব্যবহৃত তেলের পরিমাণের উপর নির্ভর করে একে দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

- ১। মিনিমাম বা মদল বা লো অয়েল সার্কিট ব্রেকার এবং

২। বাল্ক অয়েল সার্কিট ব্রেকার।

বাল্ক অয়েল সার্কিট ব্রেকার আবার দুই ধরনের।

ক) প্লেইন ব্রেক টাইপ বাল্ক অয়েল সার্কিট ব্রেকার ও খ) আর্ক নিয়ন্ত্রিত বাল্ক অয়েল সার্কিট ব্রেকার।

৯.১৫ অয়েল সার্কিট ব্রেকারে ব্যবহৃত তেলের গুণাগুণ: অয়েল সার্কিট ব্রেকারে ব্যবহৃত তেল সার্কিট ব্রেকারের অপারেশন ও ক্যাপাসিটি বৃদ্ধিতে খুব গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। এ তেলের যে সমস্ত গুণাবলী থাকা আবশ্যিক সেগুলো হলো-

- (১) প্রয়োজনীয় ডাই-ইলেকট্রিক শক্তি থাকা আবশ্যিক।
- (২) তেলের ফায়ার পয়েন্ট ২০০ ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড এর কম হওয়া ঠিক নয়।
- (৩) ইহা অ্যালকালি, এসিড ও সালফার মুক্ত হওয়া প্রয়োজন।
- (৪) ইহার আপেক্ষিক গুরুত্ব ০.৮ এর কম হবে না, অর্থাৎ অধিক পাতলা হবে না।
- (৫) তেলের ভিসকোসিটি এমন হবে যাতে শীতেও তেল জমে না যায়।
- (৬) তেল অবশ্যই জলীয় বাষ্প ও ভাসমান পদার্থ মুক্ত হবে।

৯.১৬ অয়েল সার্কিট ব্রেকারের ব্যবহার: অয়েল সার্কিট ব্রেকার বিদ্যুৎ সিস্টেমের সুষ্ঠু পরিচালনায় ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়। আমাদের দেশে বর্তমানে বেশি ক্ষমতার সার্কিট ব্রেকার বলতে অয়েল সার্কিট ব্রেকারই বোঝায়।

ইহার ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হলো-

১. প্রয়োজন অনুযায়ী পাওয়ার লাইন অন-অফ করতে, অয়েল সার্কিট ব্যবহার করা হয়।
২. বৈদ্যুতিক লাইনে ত্রুটির জন্য ক্ষয়-ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করতে, ইহা ব্যবহৃত হয়।
৩. সাপ্লাই ব্যবস্থায় ত্রুটিপূর্ণ অংশকে, ত্রুটিমুক্ত অংশ থেকে আলাদা করতে, ইহা ব্যবহার হয়।
৪. সিস্টেমের মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণে অফ করতে, ইহা ব্যবহার হয়।
৫. অয়েল সার্কিট ব্রেকার মূলত সাবস্টেশন, বড় বড় শিল্প কারখানায় ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সার্কিট ব্রেকার কী?
- ২। আর্ক কী?
- ৩। সার্কিট ব্রেকারের অপারেশনে সহায়তাকারী যন্ত্র কোনটি?
- ৪। সার্কিট ব্রেকারের মূল কাজ কী?
- ৫। সার্কিট ব্রেকার কোন ধরনের যন্ত্র?
- ৬। বৈদ্যুতিক সিস্টেমের অধিকাংশ ত্রুটি কীভাবে দূর হয়?
- ৭। অয়েল সার্কিট ব্রেকার কী?
- ৮। সার্কিট ব্রেকারে অয়েলের কাজ কী?
- ৯। ELCB এর পূর্ণ অর্থ কী?

- ১০। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার কখন ব্যবহার করতে হয়?
- ১১। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারে কোন কোন তার সংযোগ থাকে?
- ১২। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার ব্যবহারের সুবিধা কী?
- ১৩। এয়ার সার্কিট ব্রেকার কী?
- ১৪। আর্ক নিভাতে এয়ার সার্কিট ব্রেকারে কী ব্যবহার করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। সার্কিট ব্রেকারের কাজ উল্লেখ কর।
- ২। সার্কিট ব্রেকারের প্রকারভেদ উল্লেখ কর।
- ৩। সার্কিট ব্রেকারের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৪। সার্কিট ব্রেকারের ব্যবহার লেখ।
- ৫। সার্কিট ব্রেকারে কী কী কন্ট্যাক্ট থাকে?
- ৬। কিসের মাধ্যমে আর্ক নির্বাপন করা হয়?
- ৭। অয়েল সার্কিট ব্রেকার কাকে বলে?
- ৮। অয়েল সার্কিট ব্রেকারের ব্যবহার উল্লেখ কর।
- ৯। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকারের কাজ লেখ।
- ১০। আর্থ লিকেজ সার্কিট ব্রেকার ব্যবহারের গুরুত্ব লেখ।
- ১১। এয়ার সার্কিট ব্রেকার বলতে কী বোঝায়?
- ১২। এয়ার সার্কিট ব্রেকারে বাতাস দিয়ে কী করা হয়?
- ১৩। এয়ার সার্কিট ব্রেকার নামকরণের কারণ লেখ।
- ১৪। সাধারণ এয়ার সার্কিট ব্রেকার ও এয়ার ব্লাস্ট সার্কিট ব্রেকারের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সার্কিট ব্রেকারের মূলনীতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- ২। সার্কিট ব্রেকারের গঠন বর্ণনা কর।
- ৩। আর্ক কীভাবে উৎপন্ন হয় তা বর্ণনা কর।
- ৪। অয়েল সার্কিট ব্রেকারে ব্যবহৃত তেলের গুণাবলি উল্লেখ কর।
- ৫। প্রয়োজনীয়তা উল্লেখপূর্বক চিত্রসহ আর্থ লিকেজ ব্রেকারের কার্যপদ্ধতি ব্যাখ্যা কর।
- ৬। এয়ার সার্কিট ব্রেকারের ব্যবহার উল্লেখ কর।

দশম অধ্যায়

রিলে ও লাইটনিং এ্যারেস্টর

Relay and Lightning Arrestor

জেনারেটর, ট্রান্সফরমার, ট্রান্সমিশন (পরিবহন) লাইন ও ডিস্ট্রিবিউশন (বিতরণ) লাইন নিয়ে বৈদ্যুতিক পাওয়ার সিস্টেম গঠিত। যখন কোন অংশে বৈদ্যুতিক ত্রুটি দেখা দেয় তখন সেই অংশের ত্রুটি দ্রুত শনাক্ত করে বিচ্ছিন্ন করার প্রয়োজন হয়। সকল ত্রুটিই দ্রুত দূর হয় না বরং শনাক্ত করে বন্ধ না করলে উহা সিস্টেম পরিচালনায় বিঘ্ন ঘটায়। কারণ ত্রুটিপূর্ণ অংশ দ্রুত বিচ্ছিন্ন করলে যন্ত্রপাতি এবং সিস্টেম ব্যাপক ক্ষয়ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা পায়। ত্রুটিপূর্ণ অংশ শনাক্ত এবং বিচ্ছিন্ন করার জন্য ফিউজ, রিলে সমন্বয়ে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহৃত হয়। এ কাজে লো ভোল্টেজ পদ্ধতিতে ফিউজের ব্যবহার ব্যাপক এবং সুবিধা জনক। কারণ ফিউজ দামে সস্তা ও মেরামত খরচ কম। হাই ভোল্টেজে এ কাজে রিলের সমন্বয়ে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহৃত হয়। রিলে ত্রুটি শনাক্ত করে সার্কিট ব্রেকারের অপারেশনে কাজ করে। এ জন্য সার্কিট ব্রেকারকে কার্যকরী করতে রক্ষণ যন্ত্র হিসেবে রিলে ব্যবহার করা হয়। রিলে সিস্টেমের ত্রুটি শনাক্ত করে এবং সার্কিট ব্রেকারের অপারেশনে তথ্য দেয় বা কাজ করে। সিস্টেম কার্যকরী রাখতে বিভিন্ন ধরনের রিলে ব্যবহার করা হয়। ওভার ভোল্টেজ রিলে, ওভার কারেন্ট রিলে, ডিরেকশনাল রিলে, বুথোলজ রিলে ইত্যাদি।

১০.১ রিলের সংজ্ঞা (Definition of relay): যে প্রটেকটিভ ডিভাইস বা ক্ষণযন্ত্র বৈদ্যুতিক সার্কিটের ত্রুটি শনাক্ত করে এবং সার্কিট ব্রেকার অপারেশনে সহায়তা করে এবং ত্রুটিপূর্ণ অংশকে ভালো অংশ হতে বিচ্ছিন্ন করতে সাহায্য করে তাকে রিলে বলে।

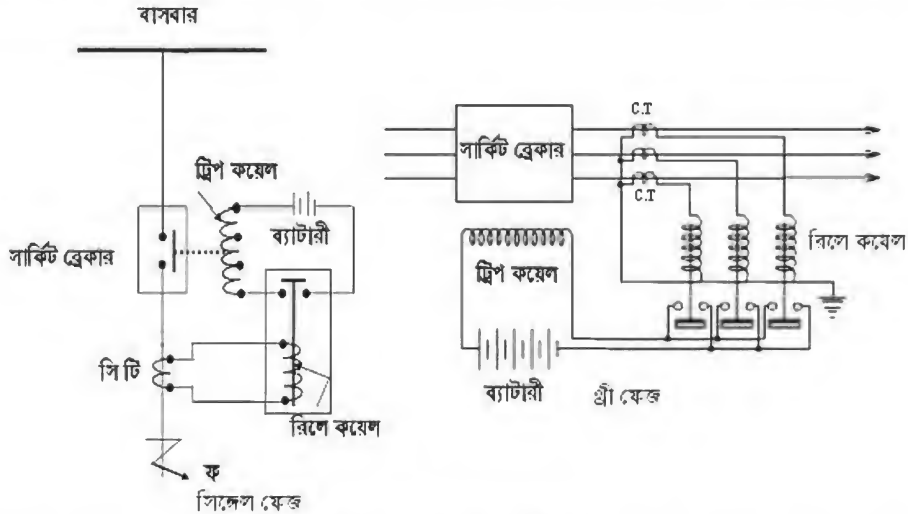
রিলে একটি স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র যা বৈদ্যুতিক পাওয়ার সার্কিটে দোষত্রুটি দেখা দিলে অটোমেটিকভাবে বা স্বয়ংক্রিয়ভাবে ট্রিপ সার্কিট ব্রেকার কাজ করে। রিলে বৈদ্যুতিক সিস্টেমের নীরব প্রহরী হিসেবে কাজ করে। এ ছাড়াও বিভিন্ন ধরনের রিলে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির অপারেশনে ও কমিউনিকেশন সিস্টেমে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

গঠন ও কাজ অনুযায়ী রিলে বিভিন্ন ধরনের হয়। বিভিন্ন প্রকার রিলে বিভিন্ন ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। নিচে রিলের ব্যবহার উল্লেখ করা হলো-

- ১। ট্রান্সমিশন ও ডিস্ট্রিবিউশন লাইনকে শর্ট সার্কিট ত্রুটি, আর্থ ত্রুটি থেকে রক্ষা করে।
- ২। জেনারেটর, ট্রান্সফরমার অতিরিক্ত লোড থেকে রক্ষা করে।
- ৩। লো ভোল্টেজের হাত থেকে মেশিন ও যন্ত্রপাতি রক্ষা করে।
- ৪। সিস্টেমের ত্রুটিপূর্ণ অংশকে ভালো অংশ থেকে আলাদা করে।

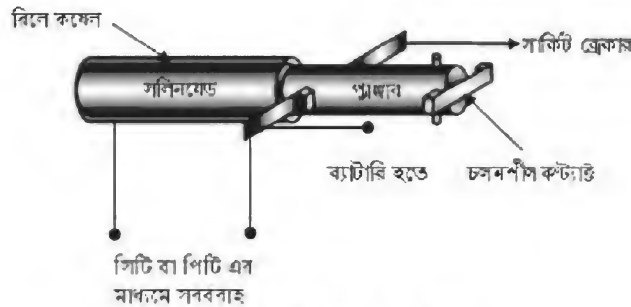
১০.২ রিলের ব্যবহার: বৈদ্যুতিক সার্কিটে শর্ট সার্কিট ত্রুটি এবং আর্থ ফল্ট জনিত কারণে যে মাত্রাতিরিক্ত কারেন্ট প্রবাহিত হয়। সেই কারেন্টের আনুপাতিক অংশ সিটি'র মাধ্যমে রিলে কয়েলের মধ্যে দিয়ে প্রবাহিত হয়। সংযুক্ত রিলের অপারেশন কারেন্ট প্রবাহের দিক, ভোল্টেজ ও কারেন্টের পরিমাণ, ফ্রিকুয়েন্সির পরিবর্তন ইত্যাদির উপর নির্ভর করে। সংযুক্ত রিলের অপারেশনের চিত্র অনুযায়ী ট্রিপ সার্কিট চালু হয়ে ট্রিপ কয়েলের মধ্যদিয়ে কারেন্ট প্রবাহে সার্কিট ব্রেকার অফ হয়। ১০.১ চিত্রে রিলের সাথে সার্কিট ব্রেকারের সংযোগ দেখানো হয়েছে যা থেকে অপারেশনের মূলনীতি জানা যাবে। ট্রান্সমিশন লাইনের সাথে রিলে ও সার্কিট ব্রেকারের সংযোগ চিত্র অনুযায়ী যখন 'ফ' চিহ্নিত স্থানে ত্রুটি দেখা দেয় তখন সার্কিটে খুব বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

এর ফলে সিটির মাধ্যমে রিলের কয়েলে প্রবাহিত কারেন্ট বাড়ে এবং কন্ট্যাক্ট বন্ধের মাধ্যমে রিলে সার্কিট সক্রিয় বা এ্যাকটিভ হয়। আর তখনই ট্রিপ সার্কিট সক্রিয় হয়ে সার্কিট বেকার অপারেট করে এবং ত্রুটিপূর্ণ অংশ বিচ্ছিন্ন হয়। এভাবে রিলে সিস্টেমকে নিরাপত্তা প্রদান করে। রিলে, সিস্টেমের প্রতিটি ত্রুটির দিকে সব সময় সজাগ দৃষ্টি রাখে এবং ত্রুটি দেখা দেওয়ার সাথে সাথেই অপারেট করে সিস্টেমকে ক্ষতির হাত হতে রক্ষা করে বিধায় রিলেকে অভদ্র প্রহরী বলে।



চিত্র ১০.১: রিলের কার্যনীতি।

১০.৩ রিলের সংযোগ পদ্ধতি: ইলেকট্রোম্যাগনেটিক রিলের ম্যাগনেটিক কয়েল বা রিলে কয়েল লাইনের কারেন্ট ট্রান্সফরমারের সাথে সংযুক্ত থাকে। ইলেকট্রোম্যাগনেটের সাথে একটি আর্মেচার থাকে যা চলনশীল কন্ট্যাক্ট হিসেবে কাজ করে। চলনশীল কন্ট্যাক্ট এর পাশে একটি স্থির কন্ট্যাক্ট থাকে। চলনশীল কন্ট্যাক্ট ও স্থির কন্ট্যাক্ট সার্কিট ব্রেকারের ট্রিপ সার্কিট এর সাথে সংযুক্ত থাকে। ব্রেকারের ট্রিপ সার্কিট ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎ সরবরাহ পায়। নিচের চিত্রে রিলের সংযোগ দেখানো হয়েছে।



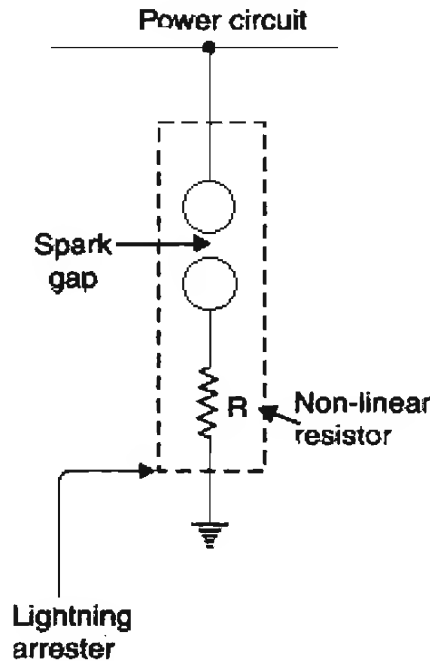
চিত্র ১০.২: রিলের সংযোগ।

অনেক কারণে বৈদ্যুতিক সিস্টেমে ওভার ভোল্টেজ দেখা দেয়। এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো লাইটনিং, সার্কিট ব্রেকার অফ হওয়া বা হঠাৎ লোড বিচ্ছিন্ন করা ইত্যাদি। লাইটনিং জনিত ওভার ভোল্টেজ নিরাপদ করতে না পারলে সিস্টেমে মারাত্মক বিপর্যয় দেখা দিবে এবং ব্যাপক ক্ষয়ক্ষতি হবে। লাইটনিং প্রতিরোধের জন্য লাইটনিং এ্যারেস্টর ব্যবহার করা হয়।

১০.৪ লাইটনিং এর সংজ্ঞা (Definition of lightning): লাইটনিং শব্দের অর্থ বজ্রপাত। লাইটনিং হলো ব্যাপক স্পার্কিং এবং মেঘপুঞ্জের চার্জ যা ব্যাপক ভোল্টেজ সৃষ্টি করে। ইহা খুব অল্প সময়ের জন্য ঘটে। লাইটনিং এর ফলে যে বৈদ্যুতিক এনার্জি ডিসচার্জ হয় তা খুব বেশি। মেঘ ও আর্থের মধ্যে ইলেকট্রিক ডিসচার্জ, মেঘ পুঞ্জের মধ্যে ইলেকট্রিক ডিসচার্জ অথবা একই মেঘের বিভিন্ন স্তরের মধ্যে ইলেকট্রিক ডিসচার্জ এর ঘটনাকে লাইটনিং বলে। মেঘে পুঞ্জীভূত চার্জ সরাসরি লাইনের মাধ্যমে ডিসচার্জ হয় আবার মেঘের মধ্যে সংঘর্ষে ডিসচার্জ হয়ে লাইনে পতিত হয়। ইহা সিস্টেমের অপারেশনে মারাত্মক বিঘ্ন ঘায়। যখন কোন মেঘের চার্জ আর্থের তুলনায় বা পাশের মেঘের তুলনায় খুব বেশি হয় তখন লাইটনিং সংগঠিত হয়। বাতাস ও মেঘের পানি কণার ঘর্ষণে বৈদ্যুতিক চার্জের সৃষ্টি হয়ে লাইটনিং ঘটে।

লাইটনিং এর ফলে লাইনে ট্রাভেলিং ওয়েভের সৃষ্টি হয় এবং ওভার ভোল্টেজ দেখা দেয় যা সিস্টেমকে ক্ষতিগ্রস্ত করে।

১০.৫ লাইটনিং এ্যারেস্টর এর সংজ্ঞা (Definition of lightning arrester): যে প্রটেকটিভ ডিভাইস বা যন্ত্র সার্জ ভোল্টেজের কারণে সৃষ্ট অতিরিক্ত কারেন্টের হাত থেকে বৈদ্যুতিক সরঞ্জামাদি রক্ষা করে তাকে লাইটনিং এ্যারেস্টর বলে। ইহা লাইটনিং এ সৃষ্ট সার্জ আর্থে প্রেরণ করে সিস্টেম নিরাপদ রাখতে কাজ করে। খুব সাধারণ গঠনের হর্নগ্যাপ লাইটনিং এ্যারেস্টর ট্রান্সফরমার প্রটেকশনে ব্যবহার হয়। ইহার একপ্রান্ত সার্কিটে, যন্ত্রে এবং অন্যপ্রান্ত আর্থে যুক্ত থাকে। সাধারণ অবস্থায় ইহার মধ্যদিয়ে কোন কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। লাইটনিং এ সৃষ্ট হাই ফ্রিকুয়েন্সির কারেন্টই এ্যারেস্টরের অপারেশন ঘটায়। ১০.৩ নং চিত্রের মাধ্যমে ইহার কার্যনীতি দেখানো হয়েছে।



চিত্র ১০.৩: লাইটনিং এ্যারেস্টারের কার্যনীতি

১০.৬ লাইটনিং এ্যারেস্টর ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা: লাইটনিং প্রতিক্রিয়া, সার্কিট ব্রেকার ওপেন হওয়া, লোড বিচ্ছিন্ন করা ইত্যাদি কারণে ওভার হেড লাইনে হঠাৎ খুব কম সময়ের জন্য ভোল্টেজ অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে যায়। এরূপ ভোল্টেজ বৃদ্ধিই হলো সার্জ। আকাশে মেঘের ঘর্ষণে অতি উচ্চ চার্জের সৃষ্টি হয় এবং উহার ডিসচার্জ

হওয়াকে লাইটনিং বলে। লাইনের উপর বজ্রপাতে সার্জ ভোল্টেজ সবচেয়ে বেশি হয়। লাইটনিং এর ফলে খুব বেশি কারেন্ট প্রবাহিত হয় যা ঘটলে বা নিরাপত্তার ব্যবস্থা না থাকলে সিস্টেম অকেজো হয়ে যাবে। এরূপ ঘটনা থেকে বৈদ্যুতিক লাইন, ট্রান্সফরমার, সুইচ গিয়ার, যন্ত্রপাতি রক্ষা করতে লাইটনিং এ্যারেস্টর এর প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

প্রশ্নমালা

অতিরিক্ত প্রশ্ন

- ১। রিলের কাজ কী?
- ২। রিলের কোন ডিভাইসের সাথে যুক্ত থাকে বা কোন ডিভাইসের অপারেট করে?
- ৩। রিলে কার্যকরী করতে ব্যবহৃত বিদ্যুৎ উৎস এসি না ডিসি?
- ৪। লাইটনিং কী?
- ৫। লাইটনিং এ্যারেস্টর এর কাজ কী?
- ৬। হর্নগ্যাপ এ্যারেস্টর কোথায় ব্যবহার করা হয়?
- ৭। বজ্রপাত এ সৃষ্ট উচ্চ ভোল্টেজের হাত থেকে রক্ষার জন্য কী ব্যবহার করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। রিলে বলতে কী বোঝায়?
- ২। রিলের তিনটি ব্যবহার লেখ।
- ৩। রিলেকে সার্কিটের অতন্দ্র গ্রহণী বলা হয় কেন?
- ৪। ফিউজের সাথে রিলের পার্থক্য উল্লেখ কর।
- ৫। লাইটনিং এ্যারেস্টর এর কাজ উল্লেখ কর।
- ৬। লাইটনিং এ্যারেস্টরের প্রয়োজনীয়তা লেখ।
- ৭। লাইটনিং কীভাবে হয় বর্ণনা কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। সংযোগ চিত্র অঙ্কন করে রিলের কার্যনীতি বর্ণনা কর।
- ২। প্রয়োজনীয়তাসহ রিলের ব্যবহার উল্লেখ কর।

একাদশ অধ্যায়

বৈদ্যুতিক পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক

Heating effect on resistance on electric conductor

সকল কাজেই তাপমাত্রার পরিবর্তনের প্রভাব অনেক বেশি। কোন পরিবাহীর রোধ তার তাপমাত্রার উপর অনেকটা নির্ভরশীল। তাপমাত্রার তারতম্যের কারণে রেজিস্ট্যান্সও বাড়ে বা কমে। এতে পরিবাহীর দৈর্ঘ্যেরও পরিবর্তন ঘটে। প্রবাহিত কারেন্টের তারতম্য দেখা দেয়।

১১.১ বিদ্যুৎ পরিবাহীর রোধের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্ক বা রেজিস্ট্যান্সের উপর তাপমাত্রার প্রভাব

পরিবাহীর রোধ তার তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। তাপমাত্রার তারতম্যের কারণে রেজিস্ট্যান্স বাড়ে বা কমে। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স হ্রাস পায়। যেমন, তামার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধিপায় এবং তাপমাত্রা হ্রাস পেলে রেজিস্ট্যান্সও কমে যায়। কিছু কিছু পদার্থের ক্ষেত্রে এর ব্যতিক্রম ঘটে। যেমন— কার্বন। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কার্বনের রেজিস্ট্যান্স কমে।

বিশুদ্ধ ধাতব পদার্থের উপর তাপমাত্রার প্রভাব

বিশুদ্ধ ধাতব পদার্থের তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে সমানুপাতিক হারে রেজিস্ট্যান্স বাড়ে।

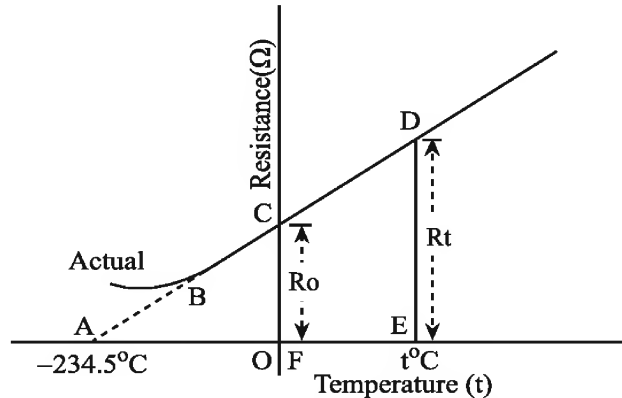
অপরিবাহী পদার্থের উপর তাপমাত্রার প্রভাব

অপরিবাহী পদার্থের তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে রেজিস্ট্যান্স কমে যায়।

সংকর ধাতুর উপর তাপমাত্রার প্রভাব: সংকর ধাতুর তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে রেজিস্ট্যান্স বৃদ্ধি পাবে, তবে তা সমানুপাতিক হারে ঘটবে না।

তাপমাত্রা বনাম রোধের লেখচিত্র

চিত্রে তামার তাপমাত্রা বনাম রোধের গ্রাফ দেখানো হয়েছে, যা মোটামুটি সরল রেখা। আনুভূমিক অক্ষে তাপমাত্রা এবং উল্লম্ব অক্ষে রোধ ধরা হয়েছে।



চিত্র ১১.১: তাপমাত্রা বনাম রোধের গ্রাফ (তামার ধাতুর জন্য)

0°C তাপমাত্রার সময় রোধ R_0 । এখন তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে $t^{\circ}\text{C}$ করা হলে রোধ বৃদ্ধি পেয়ে R_t হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে রোধ বৃদ্ধি CD সরলরেখা দ্বারা উল্লম্বদ্বী দেখানো হয়েছে। এখন যদি তাপমাত্রা আন্তে আন্তে কমানো হয়, তাহলে CD সরলরেখা উল্লম্ব অক্ষের বাম দিকে ধীরে ধীরে নেমে যাবে এবং এক পর্যায়ে তাত্ত্বিকভাবে (Theoretically) তাপমাত্রা অক্ষের -234.5°C -এ, A বিন্দুতে রেখাটি ছেদ করবে। অর্থাৎ -234.5°C তাপমাত্রার সময় রোধ শূন্য হবে।

কিন্তু বাস্তবে -234.5°C তাপমাত্রার আগেই B বিন্দুতে রেখাটি শূন্যের দিকে না এসে কিছুটা অন্য দিকে সরে যায়। অর্থাৎ তাপমাত্রা যতই কমানো হোক না কেন সময় রোধ কখনও শূন্য মানে যাবে না।

১১.২ টেম্পারেচার কোরেকশিসিয়েন্ট (তাপমাত্রা সহগ) এর সংজ্ঞা

তাপমাত্রা সহগ বা টেম্পারেচার কোরেকশিসিয়েন্ট: কোন পদার্থের আদি রোধ প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনে প্রতি একক ওহমে যতটুকু বৃদ্ধি পায় বা হ্রাস পায় তাকে উক্ত পদার্থের রোধের তাপমাত্রা গুণাংক বা তাপমাত্রা-সহগ বা টেম্পারেচার কোরেকশিসিয়েন্ট বলে।

অন্যভাবে, 0°C থেকে 1°C উষ্ণতা পরিবর্তনের ফলে কোন পদার্থের রোধ যতটুকু পরিবর্তিত হয় তাকে ঐ পদার্থের রোধের তাপমাত্রার সহগ বা উষ্ণতা গুণাংক বলে। একে গ্রিক অক্ষর α দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

গাণিতিকভাবে $R_t = R_0 (1 + \alpha_0 t)$

উদাহরণ: A  B

সিদ্ধি ১১.২: দুইপ্রান্তে বিভব পার্থক্যসহ একটি সময় তার।

মনে করি, AB একটি সময় তার। যে কোন তাপমাত্রার এর রোধ 1Ω , এর তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করা হলে রোধ বৃদ্ধি পেয়ে 1.00393Ω হলো। বৃদ্ধিপ্রাপ্ত রোধ = $1.00393 - 1 = 0.00393\Omega = 3.93 \times 10^{-3}\Omega$ ।

সুতরাং সময় রোধের তাপমাত্রা গুণাংক, $\alpha_{cu} = 3.93 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ ।

রোধের তাপমাত্রা গুণাংকের একক হলো প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস ($^{\circ}\text{C}$)

তাপমাত্রা সহগ দুই প্রকার। যথা (ক) পজিটিভ তাপমাত্রা সহগ, (খ) নেগেটিভ তাপমাত্রা সহগ।

পজিটিভ তাপমাত্রা-সহগ:

কোন একক রেজিস্ট্যান্সের খাত্তকে 1°C পর্যন্ত তাপিত করলে বা 1°C পর্যন্ত তাপ কমিয়ে দিলে যতটুকু পরিমাণ রেজিস্ট্যান্স বাড়ে বা কমে তাকে পজিটিভ তাপমাত্রা সহগ বলে। রূপা, সোনা, তামা ইত্যাদি খাত্ত এবং ব্রোঞ্জ, পিডল ইত্যাদি সংকর খাত্তের ক্ষেত্রে পজিটিভ তাপমাত্রা-সহগ হয়ে থাকে।

নেগেটিভ তাপমাত্রা সহগ:

একক রেজিস্ট্যান্সের কোন অখাত্ত বা অন্তরকের তাপমাত্রা 1°C পর্যন্ত বৃদ্ধি করলে বা হ্রাস করলে যতটুকু রেজিস্ট্যান্স বাড়ে বা কমে তাকে নেগেটিভ তাপমাত্রা-সহগ বলে।

যেমন, রাবার, কাগজ ও মাইকা ইত্যাদি পদার্থের ক্ষেত্রে নেগেটিভ তাপমাত্রা সহগ হয়।

১১.৩ তাপমাত্রা হ্রাস-বৃদ্ধির সাথে রেজিস্ট্যান্সের সম্পর্ক:

মনে করি, 0°C তাপমাত্রায় কোন পরিবাহীর রোধ R_0 এবং $t^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় ঐ পরিবাহীর রোধ R_t ।

সুতরাং, পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি $\Delta R = R_t - R_0$ এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি $= (t - 0)$ । এই রোধবৃদ্ধির পরিমাণ নির্ভর করে (ক) তাপমাত্রা বৃদ্ধির আগের রোধের উপর ও (খ) তাপমাত্রা বৃদ্ধির উপর এবং (গ) পরিবাহী পদার্থের উপাদানের গুণাগুণের উপর।

কাজেই আমরা লিখতে পারি,

$$(R_t - R_0) \propto R_0 t$$

$$\text{বা, } R_t - R_0 = \alpha R_0 t$$

(α একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক, একে পরিবাহীর রোধের তাপমাত্রা গুণাংক বলে।)

$$\text{বা, } R_t = R_0 + \alpha R_0 t$$

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t); \text{ সমীকরণটি তাপমাত্রা হ্রাস-বৃদ্ধির সাথে রেজিস্ট্যান্সের সম্পর্ক নির্দেশ করে।}$$

সুতরাং, পজিটিভ তাপমাত্রা-সহগ এর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পরিবাহীর রোধ বাড়ে আর নেগেটিভ তাপমাত্রা সহগ এর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পরিবাহীর রোধ হ্রাস পায় বা কমে। ইহাই তাপমাত্রা হ্রাস-বৃদ্ধির সাথে রেজিস্ট্যান্সের সম্পর্ক।

রোধের উপর তাপমাত্রার সম্পর্কিত সমস্যার সমাধান:

সমস্যা-১। একটি পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1.5 বর্গ সেন্টিমিটার এবং স্পেসিফিক রেজিস্ট্যান্স 0°C এ প্রতি ঘন সেমি. এর 7.6 মাইক্রোওহম। যদি উক্ত পরিবাহীর তাপমাত্রা গুণাঙ্ক প্রতি ডিগ্রিতে 0.005 হয় তাহলে 50°C তাপমাত্রা প্রতি কিলোমিটারে রেজিস্ট্যান্স নির্ণয় কর।

সমাধান:

দেওয়া আছে, ক্ষেত্রফল, $A = 1.5$ বর্গসেমি.

0°C তাপমাত্রায় $\rho_0 = 7.6 \mu\Omega$ সেমি.

$$= 7.6 \times 10^{-6} \Omega \text{ সেমি.}$$

$$\alpha^0 = 0.005 \Omega/^\circ\text{C}$$

$$: = 50^\circ\text{C}$$

$$\rho_{50} = \rho_0 (1 + \alpha_0 t)$$

$$= 7.6 \times 10^{-6} (1 + 0.005 \times 50) \Omega\text{-সেমি.}$$

$$= 9.5 \times 10^{-6} \Omega\text{-সেমি.}$$

$$\text{দৈর্ঘ্য, } L = 1 \text{ কি.মি.}$$

$$= 1000 \times 100 \text{ সেমি.}$$

$$= 1 \times 10^5 \text{ সেমি.}$$

$$R = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{\rho_{50} L}{A} = \frac{9.5 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^5}{1.5} = 0.63 \Omega$$

উত্তর: রেজিস্ট্যান্স 0.63 ওহম।

সমস্যা-২। একটি প্লাটিনাম কয়েলের রেজিস্ট্যান্স 40°C তাপমাত্রায় 3.124 ওহম এবং 100°C তাপমাত্রায় 3.741 ওহম। তাহলে 0°C তাপমাত্রায় কয়েলের রেজিস্ট্যান্স এবং 0°C তাপমাত্রায় রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান:

দেওয়া আছে, $R_{40} = 3.124\Omega$

$$t_{40} = 40^{\circ}\text{C}$$

$$R_{100} = 3.741\Omega$$

$$t_{100} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$R_0 = ?$$

$$\alpha_0 = ?$$

আমরা জানি,

$$R_{100} = R_0 (1 + \alpha_0 t_{100}) \quad \dots \quad (i)$$

$$R_{40} = R_0 (1 + \alpha_0 t_{40}) \quad \dots \quad (ii)$$

সমীকরণ (i) ও (ii) মান বসিয়ে পাই,

$$(i) \text{ হতে পাই, } 3.741 = R_0 (1 + 100\alpha_0) \quad \dots \quad (iii)$$

$$(ii) \text{ হতে পাই, } 3.124 = R_0 (1 + 40\alpha_0) \quad \dots \quad (iv)$$

আবার, (iii) নং সমীকরণকে (iv) নং সমীকরণ দিয়ে ভাগ করে পাই,

$$1.1975 = \frac{1 + 100\alpha_0}{1 + 40\alpha_0}$$

$$\text{বা, } 1.1975 + 47.9\alpha_0 = 1 + 100\alpha_0$$

$$\text{বা, } 0.1975 = 52.1\alpha_0$$

$$\therefore \alpha_0 = \frac{1975}{52.1} \Omega/^{\circ}\text{C}$$

$$= 0.00379 \Omega/^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{আমরা সমীকরণ (iii) হতে পাই, } R_0 &= \frac{3.741}{1 + 100\alpha_0} = \frac{3.741}{1 + 100 \times 0.00379} \Omega \\ &= \frac{3.741}{1 + 0.379} \\ &= \frac{3.741}{1.379} = 2.7128 \end{aligned}$$

উত্তর: রেজিস্ট্যান্স 2.7128 ওহম; গুণাঙ্ক $0.00379 \Omega/^{\circ}\text{C}$

সমস্যা-৩। একটি প্লাটিনাম তারের রোধ 45°C এ 3.5Ω এবং 75°C এ 3.85Ω । 0°C তাপমাত্রা সহগ কত?

সমাধান:

দেওয়া আছে, $R_{45} = 3.5\Omega$, $R_{75} = 3.85\Omega$, $\alpha_0 = ?$

আমরা জানি,

$$t_{45} = 45^{\circ}\text{C}, t_{75} = 75^{\circ}\text{C}$$

$$R_{75} = R_0 (1 + \alpha_0 t_{75})$$

বা, $3.85 = R_0 (1 + 75\alpha_0) \dots (i)$

$$R_{45} = R_0 (1 + \alpha_0 t_{45})$$

বা, $3.5 = R_0 (1 + 45\alpha_0) \dots (ii)$

এখন, সমীকরণ (i) কে (ii) নং দিয়ে ভাগ করে পাই,

$$\frac{20.3}{1.1 + 49.5\alpha_0} = \frac{1 + 75\alpha_0}{1 + 45\alpha_0}$$

বা, $1.1 + 49.5\alpha_0 = 1 + 75\alpha_0$

বা, $0.1 = 25.5\alpha_0$

$$\therefore \alpha_0 = \frac{0.1}{25.5} = 3.92 \times 10^{-3}$$

$$= 0.00392 = 0.00392 \Omega/^{\circ}\text{C}$$

উত্তর: তাপমাত্রা সহগ $0.00392 \Omega/^{\circ}\text{C}$

সমস্যা-৪। 0°C তাপমাত্রায় উপরিউক্ত তারটির রোধ মান কত?

সমাধান: উপরিউক্ত ৩নং সমস্যার সমাধানে বর্ণিত সমীকরণ (i) হতে আমরা পাই,

$$R_0 = \frac{3.85}{1 + 75\alpha_0}$$

বা, $R_0 = \frac{3.85}{1 + 75 \times 3.92 \times 10^{-5}} \Omega$

উত্তর: রোধ মান 2.97 ওহম।

সমস্যা-৫। 50°C তাপমাত্রায় উপরিউক্ত তারটির তাপমাত্রা সহগ কত?

সমাধান :

৩নং সমস্যার সমাধান থেকে 0°C তাপমাত্রা সহগ পাই,

$$\alpha_0 = 3.92 \times 10^{-3}$$

আমরা জানি, $\alpha_t = \frac{\alpha_0}{1 + \alpha_0 t}$

$$\alpha_{50} = \frac{3.92 \times 10^{-3}}{1 + 3.92 \times 10^{-3} \times 50}$$

$$= 3.28 \times 10^{-3} \Omega/^{\circ}\text{C} = 0.0033 \Omega/^{\circ}\text{C}$$

উত্তর: তাপমাত্রার সহগ $0.0033 \Omega/^{\circ}\text{C}$

সমস্যা-৬। 48°C তাপমাত্রায় একটি তারের রোধ 35Ω এবং 60°C তাপমাত্রায় এর রোধ 38Ω হলে 100°C তাপমাত্রায় উক্ত তারের রোধ মান কত?

সমাধান:

দেওয়া আছে, $R_{48} = 35 \Omega$, $R_{60} = 38 \Omega$, $R_{100} = ?$

$$R_{60} = R_0 (1 + 60\alpha_0)$$

$$\text{বা, } 38 = R_0 (1 + 60\alpha_0) \quad \dots \quad (i)$$

$$\text{এবং } R_{48} = R_0 (1 + 48\alpha_0)$$

$$\text{বা, } 35 = R_0 (1 + 48\alpha_0) \quad \dots \quad (ii)$$

এখন (i) নং সমীকরণকে (ii) নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$38 = R_0 (1 + 60 \times 0.011)$$

$$\text{বা, } R_0 = \frac{38}{1 + 60 \times 0.011}$$

$$= 22.89\Omega$$

$$R_{100} = R_0 (1 + 100\alpha_0)$$

$$= 22.89 (1 + 100 \times 0.011)$$

$$= 48.07\Omega$$

উত্তর: তারের রোধ মান 48.07Ω

সমস্যা-৭। 25°C তাপমাত্রায় একটি তামার তারের রোধ 40Ω । কত তাপমাত্রায় তারটির রোধ 75Ω হবে?
(যখন $\alpha_0 = 0.004$)।

সমাধান:

দেওয়া আছে, $R_{25} = 40\Omega$, $R_t = 75\Omega$, $\alpha_0 = 0.004\Omega/^\circ\text{C}$, $t = ?$

$$\text{আমরা জানি, } R_t = R_0 (1 + \alpha_0 t) \quad \dots \quad (i)$$

$$\therefore R_{25} = R_0 (1 + 25\alpha_0)$$

$$\text{বা, } R_0 = \frac{R_{25}}{1 + 25\alpha_0}$$

$$= \frac{40}{1 + 25 \times 0.004}$$

$$= 36.36\Omega$$

এখন সমীকরণ (i) কে সমাধান করে বসিয়ে পাই,

$$1 + \alpha_0 t = \frac{R_t}{R_0}$$

$$\text{বা, } \alpha_0 t = \frac{R_t}{R_0} - 1$$

$$\text{বা, } t = \left(\frac{R_t}{R_0} - 1 \right) \times \frac{1}{\alpha_0}$$

$$= \left(\frac{75}{36.36} - 1 \right) \times \frac{1}{0.004}$$

$$= 265.67^\circ\text{C}$$

উত্তর: তাপমাত্রা 265.67°C

[Note: R_0 এর মান দুই দশমিক স্থান পর্যন্ত সংখ্যা নিলে তাপমাত্রা 265.62°C হবে।]

অনুশীলনী

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কোন পদার্থের রেজিস্ট্যান্স কমে?
- ২। তাপমাত্রা কমলে কোন পদার্থের রেজিস্ট্যান্স কমে?
- ৩। আমার আপেক্ষিক রেজিস্ট্যান্স প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস কত?
- ৪। কত ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় আমার রেজিস্ট্যান্স শূন্যের কাছাকাছি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। তাপমাত্রার হ্রাস-বৃদ্ধির ফলে রেজিস্ট্যান্সের উপর কী প্রভাব পড়ে?
- ২। বিশুদ্ধ ধাতব পদার্থের উপর তাপমাত্রার কী প্রভাব পড়ে?
- ৩। অপরিবাহী পদার্থের উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর।
- ৪। সংকর ধাতুর উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা কর।
- ৫। তাপমাত্রা-সহগ বলতে কী বোঝায়?
- ৬। পজিটিভ ও নেগেটিভ তাপমাত্রা সহগ বলতে কী বোঝায়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। রোধের পজিটিভ ও নেগেটিভ গুণাংক বলতে কী বোঝায়?
- ২। প্রমাণ কর যে, $R_t = R_0(1 + \alpha_0 t)$, অক্ষরগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।
- ৩। পরিবাহীর রোধের উপর তাপমাত্রার প্রভাব বর্ণনা কর।
- ৪। লেখচিত্রের সাহায্যে তাপমাত্রা ও রোধের মধ্যে সম্পর্ক উল্লেখ কর।
- ৫। নিম্নলিখিত পদার্থগুলির উপর তাপমাত্রার প্রভাব বর্ণনা কর-
(ক) বিশুদ্ধ ধাতু; (খ) সংকর ধাতু ও (গ) অপরিবাহী পদার্থ।

সমস্যাগুলি:

সমস্যা-১। একটি আমার তারের আপেক্ষিক রোধ 0°C উষ্ণতায় $0.7 \times 10^{-6} \Omega\text{-cm}$ এবং রোধের তাপমাত্রা গুণাংক 4×10^{-3} । যদি 30°C উষ্ণতায় এর রোধ 50Ω হয় তাহলে তারটির দৈর্ঘ্য কত? (ব্যাস = 0.6mm)

উত্তর: তারটির দৈর্ঘ্য 1.8 কিলোমিটার।

সমস্যা-২। একটি প্লাটিনাম তারের আপেক্ষিক রোধ 0°C এ $8.95 \times 10^{-6} \Omega\text{-cm}$ এবং তাপমাত্রা সহগ 32×10^{-4} , তারটির ব্যাস 0.0274 cm এবং 50°C উষ্ণতায় রোধমান 7Ω হলে এর দৈর্ঘ্য কত?

উত্তর: দৈর্ঘ্য 400.29 সেমি।

সমস্যা-৩। টাংসটেন তারের জন্য গড় উষ্ণতার গুণাংক 20°C উষ্ণতায় 3.1×10^{-3} একটি বৈদ্যুতিক বাতির ফিলামেন্টের রোধ 20°C উষ্ণতায় 9.7Ω । প্রজ্জ্বলিত অবস্থায় এর রোধ 121Ω হলে প্রজ্জ্বলিত ফিলামেন্টের উষ্ণতা কত? উত্তর: প্রজ্জ্বলিত ফিলামেন্টের উষ্ণতা 3721.19°C .

সমস্যা-৪: একটি ইনক্যানডিসেন্ট বাতির টাংস্ট্যান ফিলামেন্ট এর রেজিস্ট্যান্স কক্ষ তাপমাত্রায় (20°C) 9.8Ω ।

বাতিটি যখন জ্বলতে থাকে, তখন উহার রেজিস্ট্যান্স 132Ω এ দাঁড়ায়। উত্তপ্ত ফিলামেন্টের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। (টাংস্ট্যানের জন্য $\alpha_{20} = 0.0045$) উত্তর: 2790.97°C

সমস্যা-৫। কোন পরিবাহীর রেজিস্ট্যান্স 10Ω হতে 11Ω এ বৃদ্ধি করা হলো, যখন তাপমাত্রা 0°C হতে 20°C এ উন্নীত করা হয়। 0°C তাপমাত্রায় উক্ত পরিবাহীর তাপমাত্রা সহগ কত? উত্তর: 0.005

দ্বাদশ অধ্যায় বৈদ্যুতিক হিটার ও কুকার Electric Heater and Cooker

বৈদ্যুতিক হিটার একটি অন্যতম ডোমেস্টিক এ্যাপ্লায়েন্সেস বা গৃহস্থালী সরঞ্জাম। ইলেকট্রিক হিটারের মূল অংশ হলো হিটিং এলিমেন্ট। এ হিটিং এলিমেন্টটি প্রধানত নাইক্রোম তারের তৈরি হয়। এ হিটিং এলিমেন্ট তাপ রেডিয়েশনের মাধ্যমে কোন স্থানকে উত্তপ্ত করে; আবার কোন কোন ক্ষেত্রে হিটিং এলিমেন্টের তাপ পরিবহন, পরিচালন ও বিকিরণের মাধ্যমেও ছড়িয়ে যায়। কোন রুমকে বা স্থানকে উত্তপ্ত করতে গেলেই হিটিং এলিমেন্টটি একটি পোর্সেলিন টিউবের উপরে চক্রাকারে পেঁচানো হয়। এর পর ব্লোয়ার বা কোন ক্ষেত্রে রিফ্লেক্টর এর মাধ্যমে উৎপন্ন তাপ উক্ত রুমে ছড়িয়ে দেওয়া হয়। পানি গরম করার ক্ষেত্রে হিটিং এলিমেন্টটি একটি ধাতব টিউবের মধ্যে তাপ পরিবাহী কিন্তু বিদ্যুৎ অপরিবাহী ইনসুলেটিং গুড়া পদার্থে বসানো থাকে। এ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপ পরিচালন পদ্ধতিতে পানিকে গরম করে। তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণের জন্য থার্মোস্ট্যাট এবং সময় নিয়ন্ত্রণের জন্য টাইম কন্ট্রোলসুইচ ব্যবহৃত হয়। ইঞ্জির থার্মোস্ট্যাট অপারেশনের মতোই বা ইলেকট্রনিক টাইমার সার্কিট এবং কোন কোন ক্ষেত্রে মেকানিক্যাল টাইমার সার্কিট ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এ ছাড়া হিটারে সেফটি কন্ট্রোলডিভাইসও ব্যবহার হয়। ফায়ার বিবেচনায় রিফ্লেক্টর ফায়ার, রেডিয়ান্ট ফায়ার, বোল ফায়ার ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়। ইলেকট্রিক হিটারের ওয়াটেজ বা পাওয়ার বিভিন্ন রকম হয়ে থাকে। সাধারণত ৪৫০ ওয়াট থেকে ৩০০০ ওয়াট পর্যন্ত বহুল প্রচলিত ইলেকট্রিক হিটার বাজারে দেখা যায়।

১২.১ বৈদ্যুতিক হিটারের কাজ (Electric heater): বৈদ্যুতিক হিটার এক প্রকার গৃহস্থালী সামগ্রী যা বিদ্যুৎ শক্তিকে তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত করে। বৈদ্যুতিক হিটার বিভিন্ন রান্নার কাজে ব্যবহার করা হয়। বৈদ্যুতিক হিটারে বিদ্যুৎ প্রবাহের মাধ্যমে যে তাপ উৎপাদন হয় তা দিয়ে বিভিন্ন খাবার রান্না করা যায় এবং প্রয়োজনে গরম করে খাওয়া যায়। উন্নত দেশসমূহে আসে বৈদ্যুতিক হিটার ব্যবহারের ব্যাপক প্রচলন ছিল। বৈদ্যুতিক হিটারের প্রধান অংশ হিটিং এলিমেন্ট। এ হিটার যে অংশগুলো নিয়ে গঠিত সে গুলো- (ক) হিটিং এলিমেন্ট, (খ) হিটার বেস প্লেট, (গ) হিটার হট প্লেট, (ঘ) রোটোরি সুইচ, (ঙ) প্লাগ ইত্যাদি।

হিটারের জন্য নাইক্রোম মিশ্র ধাতুর তৈরি উপযুক্ত দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট তার থাকে। এজন্য ইনসুলেটর ফর্মার গায়ে নিয়ম অনুযায়ী তার জড়িয়ে যে কয়েল তৈরি করা হয় তাকেই হিটিং এলিমেন্ট বলে। হিটিং এলিমেন্ট এর মধ্যে দিয়ে কারেন্ট প্রবাহে তাপ উৎপন্ন হয়। চিনা মাটির যে প্লেটের উপর বৃত্তাকারে তৈরি হিটিং এলিমেন্ট বসানো থাকে তাকে হিটার বেস বলে। যখন হিটিং এলিমেন্ট ইস্পাতের ঢাকনা দিয়ে ঢাকা থাকে তখন সেই ঢাকনাকে হট প্লেট বলে। তারের সাথে সংযুক্ত হিটিং এলিমেন্ট প্লাসের মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎসের সাথে সংযোগ করা হয়।

হিটিং এলিমেন্ট এর প্রয়োজনীয় অংশ ব্যবহারের জন্য রোটোরি সুইচের অবস্থান পরিবর্তন করে বিভিন্ন পরিমাণের তাপ উৎপাদন করা যায়।

১২.২ বৈদ্যুতিক হিটারের শ্রেণিবিভাগ: হিটারের আকার ছোট বড় নানা আকৃতির হতে পারে। যদি হিটার সাইজ বড় হয় তবে সে হিটার কয়েলের প্যাচ সংখ্যা ও ওয়াট বেশি হয় এবং তাপও বেশি সৃষ্টি হয়। এতে বড় বড় পাত্র বসিয়ে রান্না করা সম্ভব হয়। বিভিন্ন প্রকারের ইলেকট্রিক হিটার রয়েছে। এগুলো প্রত্যেকটি ব্যবহারের মূল উদ্দেশ্য একটাই তা হলো তাপ উৎপাদন করা। এ তাপকে বিভিন্নভাবে কাজে লাগিয়ে আসল কাজ করা

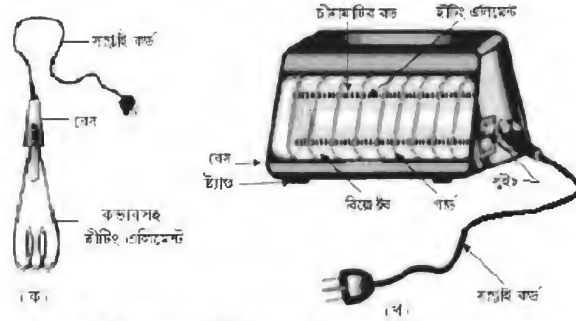
হয়। কোন রুম গরম করা, বিশাল জায়গা বা স্পেস গরম করা, হিটার পানিতে নিমজ্জিত অবস্থায় পানি গরম করা, বহিষ্কৃত তাপের মাধ্যমে পাত্রের পানি বা রান্নার কাজ সম্পন্ন করা। তাপের মাধ্যমে আবদ্ধ পানি গরম করা, পানি বাষ্পের মাধ্যমে কোন কিছু গরম, সিদ্ধ বা রান্নার কাজ করা ইত্যাদি। এদের প্রকারভেদ নিম্নে দেওয়া হলো।

গঠন অনুযায়ী বৈদ্যুতিক হিটারের প্রকারভেদ:

- ১। বোল-টাইপ রেডিয়ান্ট ইলেকট্রিক হিটার
- ২। কন্ভেনশন টাইপ ইলেকট্রিক হিটার
- ৩। ইমারশন টাইপ ইলেকট্রিক হিটার
- ৪। ট্যাক টাইপ ওয়াটার ইলেকট্রিক হিটার
- ৫। হট-প্রোট টাইপ ইলেকট্রিক হিটার
- ৬। স্টোভ টাইপ ইলেকট্রিক হিটার
- ৭। সাধারণ সিরামিক প্রোট টাইপ ইলেকট্রিক হিটার
- ৮। কেটলি টাইপ ইলেকট্রিক হিটার ইত্যাদি।

ব্যবহার অনুযায়ী বৈদ্যুতিক হিটারকে চার ভাগে ভাগ করা হয়। যেমন

- ১। ইমারশন হিটার (Immersion heater),
- ২। টেবিল হিটার (Table heater)
- ৩। রুম হিটার (Room heater) ও
- ৪। ওয়াটার হিটার (Water heater)



চিত্র ১২.১: (ক) ইমারশন হিটার, (খ) রুম হিটার।

১২.৩ বৈদ্যুতিক হিটার এর বিভিন্ন অংশের প্রয়োজনীয়তা: একটি সাধারণ বৈদ্যুতিক হিটার নিম্নলিখিত অংশ সমূহ নিয়ে গঠিত। (ক) হিটিং এলিমেন্ট, (খ) হিটার বেস, (গ) বেস স্ট্যাভ, (ঘ) গার্ড, (ঙ) সাপ্লাই কর্ড, (চ) টার্মিনাল হাউজ, কানেকটর জু ইত্যাদি।



চিত্র ১২.২: (ক) বৈদ্যুতিক হিটার (খ) বেস প্রোটসহ হিটিং এলিমেন্ট।

(ক) **হিটিং এলিমেন্ট:** হিটিং এলিমেন্ট যে ধাতুর হবে সে ধাতুর গলনাঙ্ক বেশি হতে হবে। নাইক্রোম, কালিডো বা সিলিক্রোনাম ইত্যাদি মিশ্র ধাতু দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট তৈরি করা হয়। মিশ্র ধাতুতে ৮০% নিকেলের সাথে ২০% ক্রোমিয়াম মিশিয়ে এ ধাতু তৈরি করা হয়। একে ৮০/২০ টাইপ এলয় বলে এবং ইহা নাইক্রোম 'ভি' নামে পরিচিত। এর স্বরূপ বেশি হওয়ায় হিটারের হিটিং এলিমেন্ট এর জন্য ৬৫% নিকেল, ১৫% ক্রোমিয়াম এবং ২০% লোহা মিশিয়ে তৈরি করা হয়। যাকে ৬৫/১৫ টাইপ এলয় বলা হয়।

হিটারের জন্য উপযুক্ত দৈর্ঘ্য আর প্রস্থচ্ছেদ আছে এরূপ তারকে কয়েল আকারে তৈরি করা হয়। ১২.১ নং এবং ১২.২ নং চিত্রে হিটারের হিটিং এলিমেন্ট দেখানো হয়েছে।

(খ) **হিটার বেস:** চিনা মাটির তৈরি বৃত্তাকার পুরু স্লাব বিশিষ্ট প্লেট। এ স্লাবের ভিত্তর সর্পিলাকারে খাঁজ থাকে যার মধ্যে হিটিং এলিমেন্টের কয়েল বৃত্তাকারে বসানো হয়। ১২.১ নং চিত্রে হিটার বেস প্লেট দেখানো হয়েছে।

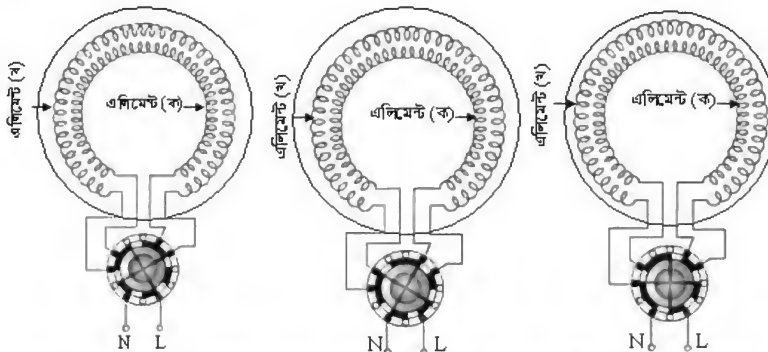
(গ) **বেস স্ট্যান্ড:** হিটার বেসকে ধারক হিসেবে ব্যবহারের জন্য বেস স্ট্যান্ড ব্যবহৃত হয়। এগুলো সাধারণত শক্ত মোটা টিনের শিট বা পাতলা স্টিলের শিটের তৈরি হয়। চারকোণা বা গোলাকৃতি বক্সের আকারে তৈরি, যার ভিত্তরে হিটার বেস থাকে।

(ঘ) **গার্ড:** এগুলো মোটা তারের জালি অথবা চারকোণা/গোলাকৃতি লোহার স্ট্যান্ড যা বেস স্ট্যান্ড এর সাথে হিটার বেসের উপরে থাকে। পানির পাত্র গরম করার জন্য এ গার্ড এর উপরে দেওয়া হয়। গার্ড থাকলে পাত্রের তলা সরাসরি হিটিং এলিমেন্টের সংস্পর্শে আসতে পারে না।

(ঙ) **সাপ্লাই কর্ড:** হিটার সাপ্লাই দেয়ার জন্য আর্থিং তার বিশিষ্ট বিশেষ ধরনের সাপ্লাই কর্ড ব্যবহৃত হয়। এ ধরনের সাপ্লাই কর্ড অধিক কারেন্ট বহনের উপযোগী থাকে।

(চ) **টার্মিনাল হাউজ, কানেকটর ব্লক:** হিটিং এলিমেন্টের দুই মাধ্যম সাপ্লাই কর্ড সংযোগের জন্য টার্মিনাল হাউজ করা থাকে। এখানে কানেকটর এর মাধ্যমে সাপ্লাই কর্ড সাপ্লাই দেওয়ার ব্যবস্থা থাকে। কানেকটর ব্লক আছে যেখানে হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তদ্বয়কে শক্তভাবে আটকানো হয়।

১২.৪ বৈদ্যুতিক হিটারের কার্যপদ্ধতি: যে বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহ দিয়ে তাপ উৎপাদন করে খাবার রান্না ও গরম করার কাজ করা যায় তাকে বৈদ্যুতিক হিটার বলে। এর প্রধান অংশ কয়েল বা হিটিং এলিমেন্ট। হিটার রোটোরি সুইচের অবস্থান পরিবর্তন করে বিভিন্ন পরিমানের প্রয়োজনীয় তাপ উৎপাদন করা যায়। বৈদ্যুতিক হিটারকে বৈদ্যুতিক লাইনের সাথে সংযোগ করে সুইচ অন করলে হিটিং এলিমেন্ট এর মধ্যদিয়ে কারেন্ট প্রবাহে তাপ উৎপন্ন হয়।



চিত্র ১২.৩: বৈদ্যুতিক হিটারের হিটিং এলিমেন্ট এর সংযোগ। (ক) উত্তর কয়েল সংযুক্ত (হাই হিট), (খ) ভিতরের কয়েল সংযুক্ত (মিডিয়াম হিট), (গ) দুই টি কয়েল সিরিজে সংযুক্ত (লো হিট)।

সুইচ এর অবস্থান পরিবর্তন করে লো হিট, মিডিয়াম হিট ও হাই হিট উৎপাদন করা যায়, যা ১২.২ নং চিত্রের মাধ্যমে বোঝা যায়। সুইচের অবস্থান পরিবর্তন করে যে অবস্থানে হিটারে সর্বাপেক্ষা বেশি তাপ উৎপন্ন হয় তাকে হাই হিট অবস্থান বলে। সুইচের অবস্থান পরিবর্তন করে যে অবস্থানে হিটারে মিডিয়াম তাপ উৎপন্ন হয় তাকে মিডিয়াম হিট অবস্থান বলে। সুইচের অবস্থান পরিবর্তন করে যে অবস্থানে হিটারে কম তাপ উৎপন্ন হয় তাকে লো হিট অবস্থান বলে। উৎপাদিত তাপ দিয়ে প্রয়োজনীয় খাবার রান্না করা যায় এবং খাবার গরম করা যায়। বৈদ্যুতিক হিটারে রান্না করা খুব সুবিধা এবং ঝামেলা কম। কিন্তু বিদ্যুৎ উৎপাদন ঘাটতি থাকায় আমাদের দেশে এ পদ্ধতি প্রচলিত নেই বা বিধি নিষেধ আছে।

১২.৫ ইলেকট্রিক হিটারের সম্ভাব্য ত্রুটি, কারণ ও প্রতিকার: ইলেকট্রিক হিটারের সম্ভাব্য ত্রুটি, তার কারণ এবং এর প্রতিকার নিম্নে বর্ণনা করা হলো।

সম্ভাব্য ত্রুটি	কারণ	প্রতিকার
১। সুইচ অন করলে হিটারের হিটিং এলিমেন্ট গরম হয় না বা হিটার জ্বলে না।	ক) হিটিং এলিমেন্ট কেটে, ছিড়ে বা ভেঙ্গে যেতে পারে। খ) সাপ্লাই কর্ডের তার ভিতরে কাটা বা ছেড়া থাকতে পারে। গ) সুইচ খারাপ হতে পারে। তাছাড়া অনেক সময় হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তদ্বয়ের সংযোগ স্থলে ক্ষু বা নাট ঢিলা হতে পারে।	ক) টেস্টার বা টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট চেক করে পুনরায় জোড়া দিতে হবে অথবা বেশি রকম খারাপ হলে নতুন এলিমেন্ট লাগাতে হবে। খ) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে টেস্ট করে সাপ্লাই কর্ডের তার ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে। গ) চেক করে ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে।
২। সুইচ অন করার সাথে সাথে ফিউজ কেটে বা পুড়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্টসমূহের মধ্যে শর্ট-সার্কিট বা এক এলিমেন্টে শর্ট-সার্কিট থাকতে পারে। খ) সাপ্লাই কর্ডে ফেজ ও নিউট্রাল তার একত্রে হয়ে শর্ট সার্কিট হয়ে থাকতে পারে।	ক) টেস্ট ল্যাম্প দিয়ে সিরিজে টেস্ট করলে যদি উজ্জ্বল আলো দেয় তবে কয়েলে শর্ট সার্কিট আছে। এ ছাড়া হিটারের পিছনের কভার খুলে কয়েলগুলোর মধ্যে শর্ট সার্কিট থাকলে তা আলাদা করে ঠিক করে দিতে হবে। প্রয়োজনে নতুন হিটার কয়েল লাগাতে হবে। খ) সাপ্লাই কর্ড সিরিজ ল্যাম্প অথবা এ্যাভোমিটার দিয়ে পরীক্ষা করে ঠিক করতে হবে বা সাপ্লাই কর্ড বদলাতে হবে।

৩। হিটারের ধাতব বডি ধরলে শক করে।	হিটিং এলিমেন্টের কোন অংশ বা টার্মিনালের মাথা হিটারের ধাতব বডিতে লেগে আছে। অনেক সময় টার্মিনাল হাউজিং ভেঙ্গে বা ফেটে গিয়ে এ ঘটনা হতে পারে।	সম্পূর্ণ কভার খুলে হিটিং এলিমেন্টের তার এবং টার্মিনাল সংযোগ পরীক্ষা করে ঠিক করতে হবে। টার্মিনাল হাউজিং ভেঙ্গে বা ফেটে গেলে তা বদলাতে হবে।
৪। প্লাগ, সকেট, পোর্সেলিন, প্লেট, যার উপরে হিটিং এলিমেন্ট পঁচানো থাকে, এগুলো ভেঙ্গে বা ফেটে থাকতে পারে।	হিটার পড়ে গেলে বা প্লাগ, সকেট, পোর্সেলিন প্লেটে আঘাতে ভেঙ্গে বা ফেটে যায়। অনেক সময় পোর্সেলিন প্লেট দীর্ঘদিন ব্যবহারে গরমে ফেটে যেতে পারে।	প্লেটে সব কিছুই বদলাতে হবে।
৫। হিটিং এলিমেন্টের প্রান্ত কেটে যায় বা পুড়ে যায় বা নষ্ট হয়ে যায় বা সংযোগ স্থলে স্পার্ক হয়।	ক) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট কানেক্টরে মরিচা পড়েছে। খ) প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট ঢিলা থাকতে পারে বা ময়লা জমেছে।	ক) নতুন নাট, জু বা কানেক্টর লাগাতে হবে। খ) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট যথাযথ টাইট দিতে হবে।
৬। হিটারের মেটাল টিউবে আবৃত হিটিং এলিমেন্ট কোন কারণে (পানিতে না ডুবিয়ে গরম করলে) বিস্ফোরিত (বাস্ট) করে।	বিশেষ করে ইমারশন হিটার কেটলি টাইপ হিটার ইত্যাদির হিটিং এলিমেন্ট পানিতে না ডুবিয়ে (লাইন দিলে) গরম করলে মেটাল টিউবে আবৃত হিটিং এলিমেন্ট বিস্ফোরিত (বাস্ট) হতে পারে।	নতুন করে টিউব টাইপ হিটিং এলিমেন্ট লাগাতে হবে। অথবা হিটার বদলাতে হবে।
৭। হিটারে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ঠিকমত হচ্ছে না।	রোটারি সুইচ ত্রুটিপূর্ণ।	রোটারি সুইচ ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে নতুন রোটারি সুইচ লাগাতে হবে।

আধুনিক সভ্যতার এ যুগে মানুষ বিভিন্ন ধরনের সুবিধা ভোগ করতে চায়। মানুষকে বেঁচে থাকতে খাদ্য গ্রহণে করতে হয়। এ খাদ্যগুলোর মধ্যে অধিকাংশই রান্না করে খেতে হয়। সহজেই রান্না করার জন্য বৈদ্যুতিক কুকার ব্যবহার করা হয়। এ অধ্যায়ে বৈদ্যুতিক কুকারের গঠন, কার্যপদ্ধতি ও মেরামত বিষয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

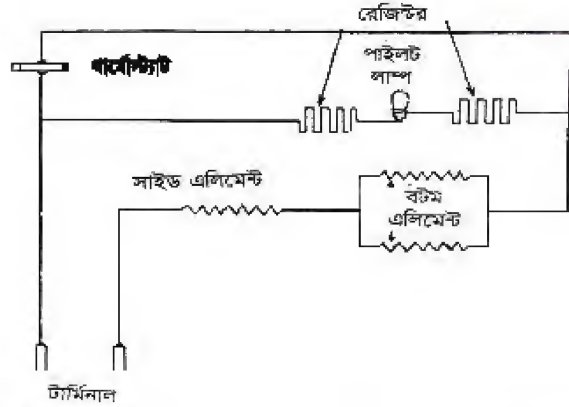
১২.৬ বৈদ্যুতিক কুকারের কাজ

বৈদ্যুতিক কুকার: বিভিন্ন রান্নার কাজ, যেমন-ভোজনালয়, হোটেল, ক্যান্টিন ও আধুনিক রান্নার ঘরে যে বৈদ্যুতিক যন্ত্রের সাহায্যে রান্না সম্পন্ন করা হয়, তাকে বৈদ্যুতিক কুকার বলে। রান্নার জন্য তৈরি বিশেষ ধরনের স্বয়ংক্রিয় হিটার সেটকে বৈদ্যুতিক কুকার বলা হয়।

বৈদ্যুতিক কুকারের গঠন: বৈদ্যুতিক কুকারের বিভিন্ন অংশ হলো থার্মোস্ট্যাট, উচ্চ ক্ষমতা সম্পন্ন হিটিং এলিমেন্ট (বটম এলিমেন্ট), নিম্ন ক্ষমতা সম্পন্ন হিটিং এলিমেন্ট (সাইড এলিমেন্ট), রোটারি সুইচ, রেগুলেটর নব, হিটিং বেস, পাইলট ল্যাম্প, রেজিস্টর ইত্যাদি।



চিত্র ১২.৪: বৈদ্যুতিক কুকার এর বাহ্যিক গঠন



চিত্র ১২.৫: বৈদ্যুতিক কুকারের সার্কিট।

১২.৭ বৈদ্যুতিক কুকারের সার্কিট: উপরে ১২.৪ নং চিত্রে বৈদ্যুতিক কুকারের বৈদ্যুতিক সার্কিট দেখানো হলো। এতে থার্মোস্ট্যাট, ইন্ডিকেটর বাতি বা পাইলট ল্যাম্প, হিটিং এলিমেন্ট এর গঠন ও অবস্থান দেখানো হয়েছে।

১২.৮ বৈদ্যুতিক কুকারের কার্যপদ্ধতি: পরিবর্তনশীল তাপমাত্রায় রান্নার জন্য বৈদ্যুতিক কুকারে সাধারণত রোটোরি সুইচ ব্যবহার করা হয়। এ সুইচের কন্টাক্টর লিবার বা হাডল টি দুইবাছ বিলিট। যখন সুইচ অন করা হয় তখন তা একটি এলিমেন্টের (লো ওয়াটের) সাথে সংযুক্ত হয়। আর রোটোরি সুইচের মাধ্যমে এক স্টেপ অন করলে পূর্বের এলিমেন্টকে কেটে দিয়ে অন্য এলিমেন্টের (হাই ওয়াট)-এর সাথে সংযোগ করে দেয়। আবার পরবর্তীতে আর এক স্টেপ অন করলে উভয় এলিমেন্ট প্যারাললে সংযুক্ত হয়। এভাবে বৈদ্যুতিক কুকারে উৎপাদিত তাপের কম-বেশি করা যায়। আর এ নিয়ন্ত্রিত তাপ বিভিন্ন ধরনের রান্নার বা রান্নার বিভিন্ন স্তরে প্রয়োজন হয়।

১২.৯ বৈদ্যুতিক কুকারের সম্ভাব্য ত্রুটি, কারণ এবং প্রতিকার: নিম্নে বৈদ্যুতিক কুকারের সম্ভাব্য ত্রুটি, তার কারণ এবং এর প্রতিকার বর্ণনা করা হলো।

সম্ভাব্য ত্রুটি	কারণ	প্রতিকার
১। সুইচ অন করলে বৈদ্যুতিক কুকারের হিটিং এলিমেন্ট গরম হয় না।	ক) হিটিং এলিমেন্ট কেটে, ছিঁড়ে বা ভেঙ্গে যেতে পারে। খ) থার্মোস্ট্যাট কাজ করছে না। গ) সাপ্লাই কর্ডের তার ভিতরে কাটা বা ছেঁড়া থাকতে পারে।	ক) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট চেক করে পুনরায় জোড়া দিতে হবে অথবা বেশি নষ্ট হলে নতুন এলিমেন্ট লাগাতে হবে। খ) থার্মোস্ট্যাট ঠিক করতে হবে। গ) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে টেস্ট করে সাপ্লাই কর্ডের তার ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে।

	ঘ) সুইচ খারাপ হতে পারে। তাছাড়া অনেক সময় হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তদ্বয় সংযোগ স্থলে জু বা নাট ঢিলা বা খুলে থাকতে পারে।	ঘ) চেক করে ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে।
২। সুইচ অন করার সাথে সাথে ফিউজ কেটে বা পুড়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্টগুলোর মধ্যে শর্ট-সার্কিট বা একক এলিমেন্টে শর্ট সার্কিট থাকতে পারে। খ) সাপ্লাই কর্ডের ফেজ ও নিউট্রাল তার একত্র হয়ে শর্ট সার্কিট হয়ে থাকতে পারে।	ক) টেস্ট ল্যাম্প দিয়ে সিরিজে টেস্ট করলে যদি উজ্জ্বল আলো দেয় তবে কয়েলে শর্ট সার্কিট আছে। এ ছাড়া হিটারের পিছনের কভার খুলে কয়েলগুলির মধ্যে শর্ট সার্কিট থাকলে তা আলাদা করে ঠিক করে দিতে হবে। প্রয়োজনে নতুন হিটার কয়েল লাগাতে হবে। খ) সাপ্লাই কর্ডে সিরিজ ল্যাম্প অথবা এ্যাভোমিটার দিয়ে চেক করে ঠিক করতে হবে বা সাপ্লাই কর্ড বদলাতে হবে।
৩। কুকারের ধাতব অংশ ধরলে শক করে।	হিটিং এলিমেন্টের কোন অংশ বা টার্মিনালের মাথা কুকারের ধাতব বডিতে লেসে আছে। অনেক সময় টার্মিনাল হাউজিং ভেঙ্গে বা ফেটে গিয়ে থাকতে পারে।	সম্পূর্ণ কভার খুলে হিটিং এলিমেন্টের তার এবং টার্মিনাল সংযোগ চেক করে ঠিক করতে হবে। টার্মিনাল হাউজিং ভেঙ্গে বা ফেটে গেলে তা বদলাতে হবে।
৪। হিটিং এলিমেন্টের প্রান্ত মাঝে মাঝে কেটে যায় বা পুড়ে যায় বা নষ্ট হয়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগস্থলের জু বা নাট কানেক্টরে মরিচা পড়েছে। খ) প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট ঢিলা থাকতে পারে।	ক) নতুন নাট, জু বা কানেক্টর লাগাতে হবে। খ) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগস্থলের জু বা নাট যথাযথ ভাবে লাগাতে হবে।
৫। কুকারের তাপমাত্রা সঠিকভাবে/ ঠিকমত নিয়ন্ত্রণ হচ্ছেনা।	থার্মোস্ট্যাট ব্রুটিপূর্ণ।	থার্মোস্ট্যাট ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে নতুন থার্মোস্ট্যাট লাগাতে হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক হিটারের হিটিং এলিমেন্ট এর কাজ কী?
- ২। হিটারে বেস প্লেট এর কাজ কী?
- ৩। হিটারে ব্যবহৃত হিটিং এলিমেন্ট কীসের তৈরি?
- ৪। বৈদ্যুতিক হিটারের হিটিং এলিমেন্ট কীসের উপর বসানো হয়?
- ৫। বৈদ্যুতিক হিটারে তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে কী ব্যবহার করা হয়?
- ৬। থার্মোস্টাট হিটিং এলিমেন্ট এর সাথে কীভাবে সংযোগ থাকে?
- ৭। বৈদ্যুতিক কুকারে কয়টি হিটিং এলিমেন্ট থাকে ?
- ৮। বৈদ্যুতিক কুকারের কাজ কী ?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক হিটারের শ্রেণিবিভাগ লেখ।
- ২। বৈদ্যুতিক হিটারের কাজ লেখ।
- ৩। বৈদ্যুতিক হিটারের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
- ৪। বৈদ্যুতিক হিটারে হিট রিসিস্টরের কাজ উল্লেখ কর।
- ৫। বৈদ্যুতিক কুকারে রেগুলেটর বা রোটোরি সুইচের কাজ লেখ।
- ৬। পাইলট ল্যাম্প কেন ব্যবহার করা হয় ?
- ৭। বৈদ্যুতিক কুকারের বৈদ্যুতিক সার্কিট অঙ্কন কর।
- ৮। কুকারের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে কী কী যন্ত্র ব্যবহার করা হয় ?
- ৯। বৈদ্যুতিক কুকারের বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। চিত্রসহ বৈদ্যুতিক হিটারের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।
- ২। বৈদ্যুতিক হিটারের ৪টি সম্ভাব্য ত্রুটির কারণ ও প্রতিকার লেখ।
- ৩। বৈদ্যুতিক কুকারের সার্কিট চিত্র অঙ্কন করে কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

ত্রয়োদশ অধ্যায় বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি Electric Iron

বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি নিত্য প্রয়োজনীয় সাংসারিক সরঞ্জাম হিসেবে গণ্য করা হয়। বর্তমান সময়ে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির ব্যবহার ব্যাপক। অটোমেটিক ও নন অটোমেটিক দুই ধরনের ইস্ত্রিই বাজারে পাওয়া যায়। এ অধ্যায়ে ইস্ত্রির গঠন, রক্ষণাবেক্ষণ, মেরামত পদ্ধতি ইত্যাদি নিয়ে আলোচনা থাকবে। ইলেকট্রিক ইস্ত্রি দুই রকমের হয়। সাধারণ বা নন অটোমেটিক ইস্ত্রি এবং স্বয়ংক্রিয় বা অটোমেটিক ইস্ত্রি। এই ইস্ত্রির মধ্যে হিটারের মত হিটিং এলিমেন্ট বৃত্তাকারে বা চক্রাকারে বা ত্রিভুজাকারে মাইকা শিটের উপর বসানো থাকে। এ অধ্যায়ে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির গঠন, সার্কিট, কার্যপদ্ধতি, সম্ভাব্য ত্রুটি ও মেরামত প্রক্রিয়া নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

১৩.১ বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি: যে বৈদ্যুতিক যন্ত্রের সাহায্যে কয়েলের মাধ্যমে ধাতব প্লেট উত্তপ্ত করে কাপড় ইস্ত্রি করা হয় তাকে বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি বলে। একে বৈদ্যুতিক আয়রনও বলে।

বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির সাধারণ গঠন: বৈদ্যুতিক আয়রনের (ইস্ত্রি) বিভিন্ন অংশগুলো ইস্ত্রির ধরন অনুযায়ী দেখানো আছে। একটি নন অটোমেটিক আয়রন এর বিভিন্ন অংশগুলো হলো-

- ১। সোল প্লেট (Sole plate)
- ২। হিটিং এলিমেন্ট (Heating element)
- ৩। প্রেসার প্লেট বা ওয়েট প্লেট (Pressure plate or weight plate)
- ৪। আয়রন কেস (Iron case)
- ৫। হ্যান্ডেল (The handle)
- ৬। ইনসুলেটিং ম্যাটেরিয়াল (Insulating material).
- ৭। টার্মিনাল হাউজিং (Terminal housing)
- ৮। আয়রন সাপোর্ট (Iron support)

একটি অটোমেটিক আয়রন এর বিভিন্ন অংশ: একটি অটোমেটিক আয়রন যে সকল অংশের সমন্বয়ে গঠিত সেগুলো হলো-

- ১। সোল প্লেট (Sole plate)
- ২। হিটিং এলিমেন্ট (Heating element)
- ৩। প্রেসার প্লেট বা ওয়েট প্লেট (Pressure plate or weight plate)
- ৪। আয়রন কেস (Iron case)
- ৫। হাতল (The handle)
- ৬। ইনসুলেটিং ম্যাটেরিয়াল (Insulating material)
- ৭। টার্মিনাল হাউজিং (Terminal housing)
- ৮। আয়রন সাপোর্ট (Iron support)
- ৯। থার্মোস্ট্যাট (Thermostat) বা স্বয়ংক্রিয় সুইচ।
- ১০। পাইলট ল্যাম্প (Pilot lamp)
- ১১। কন্ট্যাক্ট পয়েন্ট (Contact points)
- ১২। হিট এডজাস্টমেন্ট নব (Heat adjustment knob)

অটোমেটিক আয়রনের সাথে নন-অটোমেটিক আয়রনের মৌলিক পার্থক্য হলো তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থা। ১৩.১ নং চিত্রে একটি ইস্ত্রির সাধারণ গঠন এবং ১৩.২ নং চিত্রে তার বিভিন্ন অংশের ছবি দেখানো হয়েছে।

সোল প্লেট : বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির সবচেয়ে নিচের প্লেটটি সোল প্লেট। এটি সাধারণত লোহা দিয়ে তৈরি এবং এতে ক্রোমিয়াম প্লেটিং করা থাকে। আবার কখনও কখনও এর নিচে আর একটি প্লেট দেওয়া থাকে যাকে হিল প্লেট বলে।

হিটিং এলিমেন্ট: নাইক্রোম এর সরু ফালি মাইকা পাতের উপর জড়িয়ে হিটিং এলিমেন্ট তৈরি করা হয়। ভালোভাবে ইনসুলেট করার জন্য হিটিং এলিমেন্ট এর উপরে ও নিচে পাতলা মাইকার সোল দেওয়া থাকে।

প্রেসার প্লেট : এটি ঢালাই লোহা দিয়ে তৈরি হয় এবং হিটিং এলিমেন্ট এর উপর বসানো থাকে। হিটিং এলিমেন্ট যেন ঠিক জায়গা থেকে সরে না যায় সেজন্যই প্রেসার প্লেট ব্যবহার করা হয়।

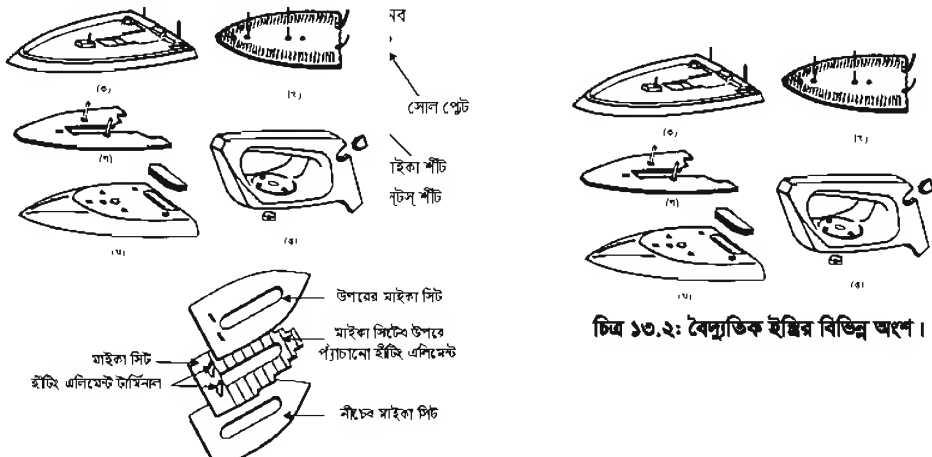
আয়রন কেস বা উপরের ঢাকনা: এ ঢাকনা লোহার তৈরি এবং এতে ক্রোমিয়াম প্লেটিং করা থাকে।

হাতল: হাতল সাধারণত কাঠ বা শক্ত এবোনাইট সিট দিয়ে তৈরি হয়।

টার্মিনাল হাউজিং: বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি হিটিং এলিমেন্ট এ বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য তামা দিয়ে টার্মিনাল হাউজিং তৈরি করা হয়। এতে সাপ্লাই কর্ড সংযুক্ত করা থাকে।

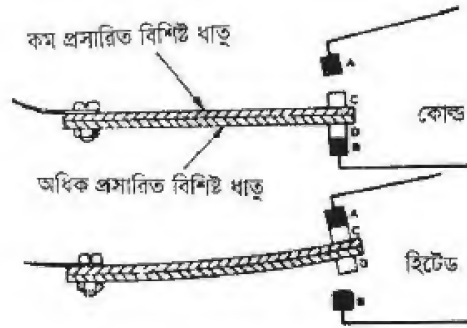
থার্মোস্ট্যাট: ১৩.৩ নং চিত্রে এর গঠন দেখানো হয়েছে। এর সাহায্যে প্রয়োজন মত তাপ বাড়ানো বা কমানো যায়। একে স্বয়ংক্রিয় সুইচও বলে। এতে ভিন্ন ধাতুর দুইটি পাত একসঙ্গে মোড়ানো থাকে। কন্ট্রোল নবের সাহায্যে সেটিং তাপমাত্রা যখন নির্দিষ্ট সীমা অতিক্রম করবে, পাতটি ভখন বেকে যাবে আর সেই সাথে সার্কিট বিদ্যুৎ সাপ্লাই থেকে বিচ্ছিন্ন হবে। এভাবে থার্মোস্ট্যাট কাজ করে বিদ্যুৎ প্রবাহে সৃষ্ট তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে।

পাইলট ল্যাম্প: বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির টার্মিনাল হাউজিং এ সাপ্লাইয়ের প্যারাললে একটি কয়েল বসিয়ে তার সাথে একটি বাতি প্যারাললে সংযুক্ত করা থাকে, যাকে পাইলট বাতি বলে। ইস্ত্রিতে বিদ্যুৎ প্রবাহ বিদ্যমান থাকলে পাইলট বাতি জ্বলবে আর থার্মোস্ট্যাট এর মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হলে পাইলট বাতি নিভে যাবে।



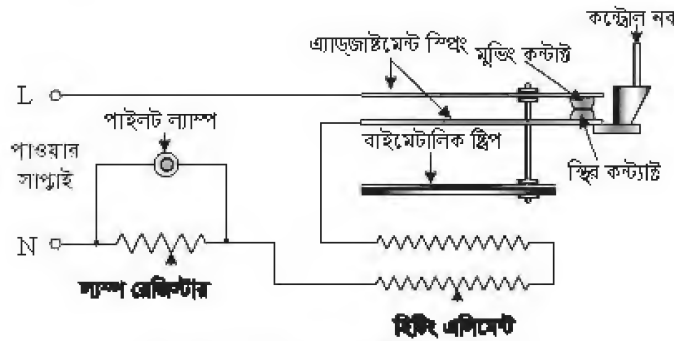
চিত্র ১৩.১: বৈদ্যুতিক ইস্ত্রির অভ্যন্তরীণ গঠন

(ক) সোল প্লেট, (খ) হিটিং এলিমেন্ট, (গ) প্রেসার প্লেট, (ঘ) উপরের ঢাকনা ও (ঙ) প্লাস্টিক হাতল।



চিত্র ১৩.৩: বৈদ্যুতিক ইঞ্জির থার্মোস্টাট।

১৩.২ বৈদ্যুতিক ইঞ্জির সার্কিট চিত্র: একটি বৈদ্যুতিক ইঞ্জিতে বা ইলেকট্রিক আয়রনে যে সমস্ত জিনিস থাকে সেগুলো- এডজাস্টমেন্ট স্পিং, কন্ট্রোল নব, থার্মোস্ট্যাট বা বাইমেটালিক স্ট্রিপ, হিটিং এলিমেন্ট, ল্যাম্প রেজিস্টর ও ইন্ডিকেটর ল্যাম্প ইত্যাদি। নিচে বৈদ্যুতিক ইঞ্জির সার্কিট ডায়াগ্রাম দেখানো হলো:



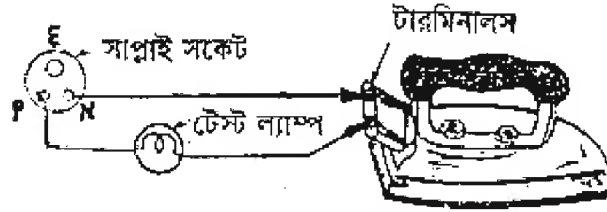
চিত্র ১৩.৪: বৈদ্যুতিক ইঞ্জির সার্কিট।

১৩.৩ বৈদ্যুতিক ইঞ্জির কার্যপ্রণালি: ইলেকট্রিক আয়রনের হিটিং এলিমেন্ট মাইকা ইনসুলেশন জাতীয় পদার্থের উপর পেঁচানো থাকে। হিটিং এলিমেন্ট সাধারণভাবে নাইক্রোম তারের তৈরি হয়। ইঞ্জিতে বৈদ্যুতিক কারেন্ট প্রবাহে হিটিং এলিমেন্ট গরম হয় এবং তা দিয়ে জামা-কাপড় ইঞ্জি করা যায়। ইঞ্জি যদি কম গরম হয় তাহলে কাপড় ঠিকমত ইঞ্জি করে ভাঁজ করা যাবে না। আর যদি বেশি গরম হয় তাহলে কাপড় পুড়ে যেতে পারে।

এ অসুবিধা দূর করার জন্য আজকাল বাজারে অটোমেটিক ইঞ্জিই বেশি পাওয়া যাচ্ছে। ইঞ্জির তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত থার্মোস্ট্যাট হিটিং এলিমেন্ট এর সহিত সিরিজ সংযোগ করা থাকে। যখন বৈদ্যুতিক ইঞ্জি বা আয়রনে সাপ্লাই দেওয়া হয় তখন থার্মোস্ট্যাট দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হয়ে ইহা উন্মুক্ত হয় এবং ইন্ডিকেটর ল্যাম্প জ্বলে। আবার যখন তাপমাত্রা বা টেম্পারেচার সেটিং বা নরমাল এর চেয়ে বেশি হয় তখনই থার্মোস্ট্যাট অফ হয়ে যায় এবং ইন্ডিকেটর ল্যাম্প আর জ্বলে না। থার্মোস্ট্যাট নরমালি ওপেন বা অফ থাকে, ইহা দুইটি ধাতু স্টিল ও সিলভার এর তৈরি। হিট যখন নরমাল পজিশনে চলে আসে তখন থার্মোস্ট্যাট (বাইমেটালিক স্ট্রিপ) বন্ধ হয় আর তখন ইন্ডিকেটর ল্যাম্প জ্বলে উঠে এবং তাপ উৎপন্ন হয়। ইঞ্জির উপরের দিকে হিট যাতে না উঠতে পারে সেজন্য অ্যাসবেস্টস প্যাড দেওয়া থাকে। সাপ্লাই এর ক্ষেত্রে সিলেকটর 'নব' বা কন্ট্রোলসুইচ ডায়াল

এরেঞ্জমেন্ট এর মাধ্যমে ঠিক ঠিক পজিশনে রাখা হয়। ডায়াল এরেঞ্জমেন্ট ক্লক ওয়াইজ ঘুরালে টেম্পারেচার বাড়ে এবং এন্টি ক্লক ওয়াইজ ঘুরালে টেম্পারেচার কমে। কাপড়ের বিভিন্ন ধরন অনুযায়ী থার্মোস্ট্যাট 'নব' সেট করতে হয় যা কখনও কখনও ইঞ্জির গায়ে লেখা থাকে। সে অনুযায়ী ইন্ড্রি গরম হয় ও কাপড় ইন্ড্রি করা যায়।

১৩.৪ বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির এর সম্ভাব্য ত্রুটি ও ইহার প্রতিকার: নিম্নে বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির সম্ভাব্য ত্রুটি, তার কারণ এবং এর প্রতিকার বর্ণনা করা হলো।



চিত্র ১৩.৫: বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির ত্রুটি পরীক্ষা।

সম্ভাব্য ত্রুটি	কারণ	প্রতিকার
১। সুইচ অন করলে বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির হিটিং এলিমেন্ট গরম হয় না।	ক) হিটিং এলিমেন্ট কেটে, ছিড়ে বা ভেঙ্গে যেতে পারে। খ) থার্মোস্ট্যাট কাজ করছে না। গ) সাপ্লাই কর্ডের তার ভিতরে কাটা বা ছেঁড়া থাকতে পারে। ঘ) সুইচে অসুবিধা থাকতে পারে। তাছাড়া অনেক সময় হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তদ্বয়ের সংযোগ স্থলে জুঁ বা নাট লুজ থাকতে পারে।	ক) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট পরীক্ষা বা চেক করে পুনরায় জোড়া দিতে হবে। অথবা নষ্ট হলে নতুন হিটিং এলিমেন্ট লাগাতে হবে। খ) থার্মোস্ট্যাট এর ত্রুটি ঠিক করতে হবে। গ) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে পরীক্ষা করে সাপ্লাই কর্ডের তার ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে। ঘ) পরীক্ষা করে ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে।
২। সুইচ অন করার সাথে সাথে ফিউজ কেটে বা পুড়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্ট এ শর্ট-সার্কিট হতে পারে। খ) সাপ্লাই কর্ডে ফেজ ও নিউট্রাল তার একত্রে লেসে শর্ট সার্কিট হয়ে	ক) ১৩.৫ নং চিত্রের ন্যায় টেস্ট ল্যাম্প দিয়ে সিরিজে টেস্ট করলে যদি উজ্জ্বল আলো দেয় তবে কয়েলে শর্ট সার্কিট আছে। এ ছাড়া ইন্ড্রির কভার খুলে কয়েলগুলোর মধ্যে শর্ট সার্কিট

	যেতে পারে।	থাকলে তা আলাদা করে ঠিক করে দিতে হবে। প্রয়োজনে নতুন হিটিং এলিমেন্ট কয়েল লাগাতে হবে। খ) সাপ্লাই কর্ড সিরিজ ল্যাম্প অথবা এ্যাভোমিটার দিয়ে চেক করে ঠিক করতে হবে বা সাপ্লাই কর্ড বদলাতে হবে।
৩। বৈদ্যুতিক ইঞ্জির ধাতব বডি ধরলে শক করে।	হিটিং এলিমেন্টের কোন অংশ বা টার্মিনালের মাথা হিটারের ধাতব বডিতে লেসে আছে। অনেক সময় টার্মিনাল হাউজিং ভেঙ্গে বা ফেটে গিয়ে থাকতে পারে।	সম্পূর্ণ কভার খুলে হিটিং এলিমেন্ট এবং টার্মিনালসমূহের সংযোগ পরীক্ষা করে ঠিক করতে হবে। টার্মিনাল হাউজিং ভেঙ্গে বা ফেটে গেলে তা বদলাতে হবে।
৪। প্লাগ, সকেট, অ্যাসবেস্টস প্যাড যার নিচে হিটিং এলিমেন্ট বসানো থাকে এগুলো ভেঙ্গে বা ফেটে থাকতে পারে।	প্লাগ, সকেট ইত্যাদিতে আঘাত লেসে ভেঙ্গে বা ফেটে যায়।	সব কিছুই নতুন করে বদলাতে হবে।
৫। ইঞ্জির হিটিং এলিমেন্টের প্রান্ত মাঝে মাঝে কেটে যায় বা পুড়ে যায় বা নষ্ট হয়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগস্থলের জু বা নাট কানেক্টরে মরিচা পড়েছে। খ) প্রান্তগুলোর সংযোগস্থলের জু বা নাট ঢিলা থাকতে পারে।	ক) নতুন নাট, জু বা কানেক্টর লাগাতে হবে। খ) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট যথাযথ টাইট দিতে হবে।
৬। বৈদ্যুতিক ইঞ্জির তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ঠিকমত হচ্ছে না।	ক) থার্মোস্ট্যাট ত্রুটিপূর্ণ। খ) কন্ট্রোল নব খারাপ।	ক) ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে নতুন থার্মোস্ট্যাট লাগাতে হবে। খ) মেরামত করতে হবে বা বদলাতে হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রিতে থার্মোস্টাটের কাজ কী?
- ২। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রি কয় ধরনের ও কী কী?
- ৩। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির হিটিং এলিমেন্ট কিসের তৈরি?
- ৪। ইন্ড্রিতে অপরিবাহি হিসেবে কী কী ব্যবহৃত হয়?
- ৫। সোল প্লেট কোনটি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
- ২। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির বিভিন্ন ত্রুটিগুলো উল্লেখ কর।
- ৩। প্রেসার প্লেটের কাজ লেখ।
- ৪। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রিতে থার্মোস্টাট কী কাজ করে উল্লেখ কর।
- ৫। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির গ্রাউন্ড ত্রুটি কী?
- ৬। ইন্ড্রি অন করার সাথে সাথে ফিউজ পুড়ে যায়, কারণ কী?
- ৭। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির বৈদ্যুতিক সার্কিট চিত্র অঙ্কন কর।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির বিভিন্ন অংশের নাম উল্লেখপূর্বক কাজ বর্ণনা কর।
- ২। বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির সার্কিট চিত্র অঙ্কন করে কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা কর।
- ৩। চিত্রসহ বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির থার্মোস্টাটের কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

চতুর্দশ অধ্যায় বৈদ্যুতিক কেটলি ও টোস্টার Electric Kettle and Toaster

বর্তমানে স্টিল বডি ও প্লাস্টিক বডির বৈদ্যুতিক কেটলি পাওয়া যায়। বাসা- বাড়ি, অফিসে চা, কফি তৈরির জন্য পানি গরম করতে বৈদ্যুতিক কেটলি ব্যবহার করা হয়। এ অধ্যায়ে বৈদ্যুতিক কেটলির গঠন, কার্যপদ্ধতি, সম্ভাব্য ত্রুটি ও মেরামত প্রক্রিয়া নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

কেটলি আকৃতি যে যন্ত্রের সাহায্যে বিদ্যুৎ সরবরাহের মাধ্যমে পানি বা দুধ গরম করা বা ফুটানো হয় তাকে বৈদ্যুতিক কেটলি বলে।

১৪.১ বৈদ্যুতিক কেটলি সাধারণ গঠন: বৈদ্যুতিক কেটলি একটি বিদ্যুৎ চালিত যন্ত্র যার সাহায্যে চা বা কফির জন্য পানি গরম করা হয়। ইহার গঠন খুব সহজ। বৈদ্যুতিক কেটলিতে টিউব আকৃতি বা মাইকা টাইপ হিটিং এলিমেন্ট, বৈদ্যুতিক কানেকটিং কর্ড, স্টিলের বডি এবং ইনসুলেটেড হাতল লাগানো থাকে। পাতলা কপার টিউবের মধ্যে ইনসুলেটেড করা হিটিং এলিমেন্ট কেটলির তলায় বসানো থাকে। থার্মোস্ট্যাট নিয়ন্ত্রণসহ এক বা একাধিক হিটিং এলিমেন্ট এবং খাত্ত নির্মিত ট্যাংক সমন্বয়ে বৈদ্যুতিক কেটলি তৈরি করা হয়। কেটলিতে উৎপাদিত তাপ যেন বাহিরে নির্গত হতে না পারে তা রোধ করতে ট্যাংকের বহিরাবরণ তাপ অপরিবাহী পদার্থ (সাধারণত কাঁইবার গ্রাস) দ্বারা ঢেকে দেওয়া হয়।

১৪.২ বৈদ্যুতিক কেটলির সাধারণ সার্কিট চিত্র: বৈদ্যুতিক কেটলির ক্ষমতা সাধারণত ৫০০ ওয়াট থেকে ২০০০ ওয়াট পর্যন্ত হয়ে থাকে। স্বয়ংক্রিয় টাইপ বৈদ্যুতিক কেটলি পানি বা তরল ফোটান পরে বন্ধ হয়ে যায়। এ ধরনের বৈদ্যুতিক কেটলির দাম একটু বেশি হলেও কাজে অনেক নিরাপদ। নিচের চিত্রে রাউন্ড টাইপ বৈদ্যুতিক কেটলির বিভিন্ন অংশ দেখানো হলো।

সোয়ান টাইপ মোটর বডি, মোডেল্ড এলিমেন্ট, স্টান্ড, মাউথ পিস বা নির্গমন নল, এবোনাইট নব, এবোনাইট হাতল, লিড, লিক প্রুপ রবার ওয়াশার, কন্ট্রোল সেন্টার পিন, টার্মিনাল পিন, টার্মিনাল হাউজিং ইত্যাদি।





চিত্র ১৪.১: সোয়ান টাইপ বৈদ্যুতিক কেটলির (ক) ইমারশন হিটিং এলিমেন্ট টাইপ (খ) সেপারেট হিটিং এলিমেন্ট টাইপ ।

এ ধরনের কেটলিতে রিং আকারে মোন্ডিং অবস্থায় তারের হিটিং এলিমেন্ট থাকে। এ এলিমেন্টের দুইপ্রান্ত দুইটি টার্মিনাল পিনের সাথে সোল্ডার করা থাকে। টার্মিনালদ্বয়ের চারপাশ ঘিরে প্যাঁচযুক্ত ধাতব সিলিন্ডার থাকে। টার্মিনালগুলো অবশ্যই ইনসুলেটেড অবস্থায় থাকে। এ রিং টাইপ এলিমেন্ট কেটলির নিচের দিকে এক পাশে গোলাকার ছিদ্র পথে প্যাঁচযুক্ত ওয়াশারের সাহায্যে ফিটিং করা হয়। হিটিং এলিমেন্টের বৈদ্যুতিক পাওয়ার বা ক্ষমতা সাধারণত ১০০০ থেকে ২০০০ ওয়াট হয়ে থাকে। হিটিং এলিমেন্ট প্যাঁচযুক্ত ওয়াশার ও লিক প্রুপ গ্যাসকেটের সাহায্যে বেশ উত্তমরূপে ফিটিং করা হয়, যাতে পানি লিক করতে না পারে।

এ ধরনের কেটলির সবচেয়ে বড় অসুবিধা হলো, হিটিং এলিমেন্টকে পানিতে না ডুবিয়ে গরম করলে এলিমেন্ট পুড়ে যেতে পারে ও কাজের অনুপোযোগী হয়ে পড়ে। এজন্য কোন অবস্থায়ই কেটলিতে পানি না দিয়ে অর্থাৎ এলিমেন্টকে পানিতে না ডুবিয়ে বৈদ্যুতিক সংযোগ করা উচিত নয়। অবশ্যই নিরাপত্তার জন্য কন্ট্রোলপিন থাকে যা অতিরিক্ত গরমের সময় হিটারের সকেটটিকে (টার্মিনাল হাউজে লাগানো থাকে) ধাক্কা দিয়ে টার্মিনাল হাউজিং থেকে রেব করে দেয় ও সাপ্লাই থেকে বিচ্ছিন্ন হয়। কোন কোন ক্ষেত্রে নিরাপত্তার জন্য থার্মোস্ট্যাট ব্যবহার করা হয়। এ ক্ষেত্রেও হিটিং এলিমেন্ট অতিরিক্ত গরম হওয়ার সময় থার্মোস্ট্যাট কাজ করে ও এলিমেন্টের নিরাপত্তা বজায় রাখে।

হিটিং এলিমেন্টের জন্য সবচেয়ে উপযোগী যে মিশ্র ধাতু তাতে ৬৫% নিকেল, ১৫% ক্রোমিয়াম এবং ২০% লৌহ থাকে। কতকগুলো মিশ্র ধাতুর প্রত্যেকটি সংক্ষিপ্তভাবে যে নামে পরিচিত তা হলো-নাইক্রোম, ক্যালিডো, সিলিক্রোম ইত্যাদি। এর মধ্যে নাইক্রোম সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। মিশ্র ধাতু ব্যবহারে হিটিং এলিমেন্ট টেকসই হয়।

১৪.৩ বৈদ্যুতিক কেটলির কার্যপদ্ধতি: বাজারে সাধারণত দুইধরনের কেটলি দেখতে পাওয়া যায়। যথাঃ (ক) সিলিন্ড্রিক্যাল টাইপ (খ) রাউন্ড টাইপ বা সোয়ান নেক টাইপ। উভয় ধরনের কেটলির কার্যপদ্ধতি প্রায় একই রকম। প্রথমে কেটলির লিড বা ঢাকনা খুলে প্রয়োজনীয় পরিমাণ পানি ঢালতে হয় যাতে হিটিং এলিমেন্ট পর্যাপ্তভাবে পানিতে ডুবে থাকে। এর পর টার্মিনাল হাউজিং-এ সাপ্লাই সকেট ঢুকিয়ে প্রাসে সাপ্লাই দেওয়া হয়। এতে খ্রি পিন প্লাগ থাকে। সাপ্লাই দিলে কেটলির পানি ধীরে ধীরে গরম হতে থাকে এবং কিছুক্ষণের মধ্যেই পানি ফুটতে থাকে। এ ধরনের কেটলির সবচেয়ে বড় অসুবিধা হিটিং এলিমেন্টকে পানিতে না ডুবিয়ে গরম করলে এলিমেন্টটি নষ্ট হয়ে যায় ও কাজের অনুপোযোগী হয়ে পড়ে। এজন্য কোন অবস্থায় এলিমেন্টটিকে পানিতে না ডুবিয়ে গরম করা উচিত নয়। অবশ্য নিরাপত্তার জন্য কন্ট্রোলপিন থাকে যা অতিরিক্ত গরমের সময়

হিটারের সকেট (টার্মিনাল হাউজে লাগানো থাকে) টিকে ধাক্কা দিয়ে টার্মিনাল হাউজিং থেকে বের করে দেয় ও সাপ্লাই থেকে বিচ্ছিন্ন হয়। কোন কোন ক্ষেত্রেও হিটিং এলিমেন্ট অতিরিক্ত গরম হওয়ার সময় থার্মোস্ট্যাট কাজ করে ও এলিমেন্টের নিরাপত্তা বজায় রাখে।

১৪.৪ ইলেকট্রিক কেটলির সম্ভাব্য ত্রুটি, তার কারণ এবং প্রতিকার: নিম্নে ইলেকট্রিক বা বৈদ্যুতিক কেটলির সম্ভাব্য ত্রুটি, তার কারণ এবং প্রতিকার বর্ণনা করা হলো।

সম্ভাব্য ত্রুটি	কারণ	প্রতিকার
১। সুইচ অন করলে বৈদ্যুতিক কেটলির হিটিং এলিমেন্ট গরম হয় না।	ক) হিটিং এলিমেন্ট কেটে, ছিড়ে বা ভেঙ্গে যেতে পারে। খ) থার্মোস্ট্যাট কাজ করছে না। গ) সাপ্লাই কর্ডের তার ভিতরে কাঁটা বা ছেড়া থাকতে পারে। ঘ) সুইচ নষ্ট থাকতে পারে। তাছাড়া অনেক সময় হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তদ্বয় সংযোগ স্থলে জু বা নাট লুজ থাকতে পারে।	ক) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট পরীক্ষা করে পুনরায় জোড়া দিতে হবে অথবা বেশি রকম খারাপ হলে নতুন এলিমেন্ট লাগাতে হবে। খ) থার্মোস্ট্যাট ত্রুটি ঠিক করতে হবে। গ) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে টেস্ট পূর্বক সাপ্লাই কর্ডের তার ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে। ঘ) চেক করে ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে।
২। সুইচ অন করার সাথে সাথে ফিউজ কেটে বা পুড়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্ট এ শর্ট-সার্কিট হয়ে থাকতে পারে। খ) সাপ্লাই কর্ডে ফেজ ও নিউট্রাল তার একত্রে লেসে শর্ট সার্কিট হয়ে থাকতে পারে।	ক) টেস্ট ল্যাম্প দিয়ে সিরিজে টেস্ট করলে যদি উজ্জ্বল আলো দেয় তবে কয়েলে শর্ট সার্কিট আছে। প্রয়োজনে নতুন হিটার কয়েল লাগাতে হবে। খ) সাপ্লাই কর্ডে সিরিজ ল্যাম্প অথবা এ্যাভোমিটার দিয়ে চেক করে ঠিক করতে হবে বা সাপ্লাই কর্ড বদলাতে হবে।
৩। বৈদ্যুতিক কেটলির ধাতব বডি ধরলে শক করে।	হিটিং এলিমেন্টের কোন অংশ বা টার্মিনালের মাথা কেটলির ধাতব বডিতে লেসে আছে। অনেক সময় টার্মিনাল হাউজিং ভেঙ্গে বা ফেটে গিয়ে থাকতে পারে।	সম্পূর্ণ কভার খুলে হিটিং এলিমেন্টের তার এবং টার্মিনালে সংযোগ চেক/ পরীক্ষা করে ঠিক করতে হবে। টার্মিনাল হাউজিং ফেটে গেলে তা বদলাতে হবে।
৪। হিটিং এলিমেন্টের প্রান্ত মাঝে মাঝে কেটে যায় বা পুড়ে যায় বা নষ্ট হয়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট কানেক্টরে মরিচা পড়েছে। খ) প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু	ক) নতুন নাট, জু বা কানেক্টর লাগাতে হবে। খ) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর

	বা নাট ডিলা থাকতে পারে।	সংযোগ স্থলের জু বা নাট যথাযথ টাইট দিতে হবে।
৫। বৈদ্যুতিক কেটলির মেটাল টিউবে আবৃত হিটিং এলিমেন্ট কোন কারণে (পানিতে না ডুবিয়ে গরম করলে) নষ্ট হলে।	বিশেষ করে ইমারশন টাইপ কেটলি হিটিং এলিমেন্ট পানিতে না ডুবিলে গরম করলে মেটাল টিউবে আবৃত হিটিং এলিমেন্টটি নষ্ট হবে।	নতুন করে টিউব টাইপ হিটিং এলিমেন্ট লাগাতে হবে। বিস্তারিত হয়ে হিটিং এলিমেন্ট নষ্ট হলে আর ঠিক করা যায় না।
৬। কেটলি বা সোয়ান টাইপ হিটারে টার্মিনাল হাউজিং এর সংযোগ স্থল থেকে পানি লিক করে।	ক) সংযোগ স্থলের রবার গ্যাসকেট খারাপ (শক্ত হয়ে যাওয়া) হয়ে যেতে পারে। খ) সংযোগ স্থলের হাউজিং লুজ থাকতে পারে।	ক) রবার গ্যাসকেট নষ্ট হলে (এটা প্রায়ই হয়) তা বদলাতে হবে। খ) হাউজিং লুজ থাকলে তা ঘুরিয়ে টাইট করতে হবে।
৭। বৈদ্যুতিক কেটলির তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ঠিকমত হচ্ছে না।	থার্মোস্ট্যাট ত্রুটিপূর্ণ।	ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে নতুন থার্মোস্ট্যাট লাগাতে হবে।

১৪.৫ বৈদ্যুতিক টোস্টার: যে বৈদ্যুতিক যন্ত্রের সাহায্যে ব্রেড বা রুটি টোস্ট করা যায়, তাকে বৈদ্যুতিক টোস্টার বলে।

বৈদ্যুতিক টোস্টার দুই প্রকার। যথা-

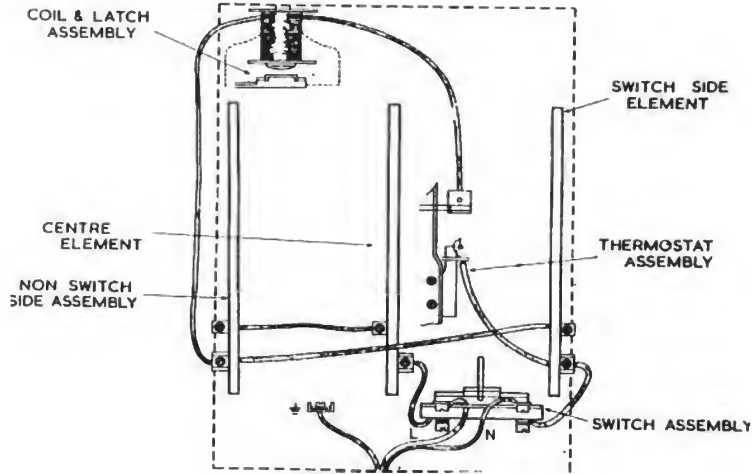
- (১) হস্তচালিত বৈদ্যুতিক টোস্টার
- (২) স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক টোস্টার।



চিত্র ১৪.২: টোস্টার

বৈদ্যুতিক টোস্টারের সাধারণ গঠন: হস্তচালিত বা ম্যানুয়াল বৈদ্যুতিক টোস্টারের মধ্যস্থানে সিঙ্গেল বৈদ্যুতিক হিটিং এলিমেন্ট বসানো থাকে। স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক টোস্টারের বিভিন্ন অংশগুলো নিম্নরূপ। হিটিং এলিমেন্ট, (২) সাপোর্টিং বার, (৩) ক্যারিয়ার বার, (৪) টাইমার লিবার, (৫) বেস, (৬) সুইচ, (৭) চেম্বার, (৮) থার্মোস্ট্যাট, (৯) বৈদ্যুতিক কর্ড, (১০) স্প্রিং ক্যারেজ ইত্যাদি। উপরের ১৪.২ নং চিত্রে স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক টোস্টারের চিত্র দেখানো হয়েছে।

১৪.৬ বৈদ্যুতিক টোস্টারের সাধারণ সার্কিট চিত্র:



চিত্র ১৪.৩: টোস্টার সার্কিট।

১৪.৭ বৈদ্যুতিক টোস্টারের সাধারণ কার্যপদ্ধতি

ব্রেডের এক পার্শ্ব গরম বা টোস্ট হলে ম্যানুয়ালি টোস্টারের দরজা খুলে অন্য পার্শ্ব উন্টে গরম করতে হয়। স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক টোস্টারের সাহায্যে টোস্টারে বসানো ব্রেড স্বয়ংক্রিয়ভাবে উভয় পার্শ্ব গরম বা টোস্ট হয়ে বন্ধ হয়।

স্বয়ংক্রিয় বৈদ্যুতিক টোস্টারের বা বৈদ্যুতিক টোস্টারের সাধারণ দোষ ত্রুটিসমূহ এবং প্রতিকার- (১) হিটিং এলিমেন্ট খোলা থাকলে (২) সুইচ, কানেক্টর, প্লাগ বা সকেটের মধ্যে ত্রুটি বা খোলা থাকলে (৩) ফিউজ তার পুড়ে গেলে।

১৪.৮ বৈদ্যুতিক টোস্টারের সম্ভাব্য ত্রুটি, কারণ ও প্রতিকার: নিম্নে ইলেকট্রিক বা বৈদ্যুতিক টোস্টারের সম্ভাব্য ত্রুটি, তার কারণ এবং প্রতিকার বর্ণনা করা হলো।

সম্ভাব্য ত্রুটি	কারণ	প্রতিকার
১। সুইচ অন করলে বৈদ্যুতিক টোস্টারের হিটিং এলিমেন্ট গরম হয় না।	ক) হিটিং এলিমেন্ট কেটে, ছিড়ে বা ভেঙ্গে যেতে পারে। খ) থার্মোস্ট্যাট কাজ করছে না। গ) সাপ্লাই কর্ডের তার ভিতরে কাঁটা বা ছেড়া থাকতে পারে। ঘ) সুইচ নষ্ট থাকতে পারে।	ক) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট পরীক্ষা করে পুনরায় জোড়া দিতে হবে অথবা বেশি রকম খারাপ হলে নতুন এলিমেন্ট লাগাতে হবে। খ) থার্মোস্ট্যাট ত্রুটি ঠিক করতে হবে। গ) টেস্ট ল্যাম্প বা এ্যাভোমিটার দিয়ে টেস্ট পূর্বক সাপ্লাই কর্ডের তার ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে

	তাহাড়া অনেক সময় হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তদ্বয় সংযোগ স্থলে জু বা নাট লুজ থাকতে পারে।	বদলাতে হবে। ঘ) চেক করে ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে বদলাতে হবে।
২। সুইচ অন করার সাথে সাথে ফিউজ কেটে বা পুড়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্ট এ শর্ট-সার্কিট হয়ে থাকতে পারে। খ) সাপ্লাই কর্ডে ফেজ ও নিউট্রাল তার একত্রে লেসে শর্ট সার্কিট হয়ে থাকতে পারে।	ক) টেস্ট ল্যাম্প দিয়ে সিরিজে টেস্ট করলে যদি উজ্জ্বল আলো দেয় তবে কয়েলে শর্ট সার্কিট আছে। প্রয়োজনে নতুন হিটার কয়েল লাগাতে হবে। খ) সাপ্লাই কর্ডে সিরিজ ল্যাম্প অথবা এ্যাভোমিটার দিয়ে চেক করে ঠিক করতে হবে বা সাপ্লাই কর্ড বদলাতে হবে।
৩। বৈদ্যুতিক টোস্টারের ধাতব বডি ধরলে শক করে।	হিটিং এলিমেন্টের কোন অংশ বা টার্মিনালের মাথা কেটলির ধাতব বডিতে লেসে আছে। অনেক সময় টার্মিনাল হাউজিং ভেঙ্গে বা ফেটে গিয়ে থাকতে পারে।	সম্পূর্ণ কভার খুলে হিটিং এলিমেন্টের তার এবং টার্মিনালে সংযোগ চেক/ পরীক্ষা করে ঠিক করতে হবে। টার্মিনাল হাউজিং ফেটে গেলে তা বদলাতে হবে।
৪। হিটিং এলিমেন্টের প্রান্ত মাঝে মাঝে কেটে যায় বা পুড়ে যায় বা নষ্ট হয়ে যায়।	ক) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট কানে-স্টরে মরিচা পড়েছে। খ) প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট ঢিলা থাকতে পারে।	ক) নতুন নাট, জু বা কানেস্টর লাগাতে হবে। খ) হিটিং এলিমেন্টের প্রান্তগুলোর সংযোগ স্থলের জু বা নাট যথাযথ টাইট দিতে হবে।
৫। বৈদ্যুতিক টোস্টারের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ ঠিকমত হচ্ছে না।	থার্মোস্ট্যাট ত্রুটি পূর্ণ।	ঠিক করতে হবে বা প্রয়োজনে নতুন থার্মোস্ট্যাট লাগাতে হবে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক কেটলির কাজ কী?
- ২। বৈদ্যুতিক কেটলিতে তাপ অপরিবাহি হিসেবে সাধারণত কী ব্যবহার করা হয়?
- ৩। কেটলিতে থার্মোস্টাট এর কাজ কী?
- ৪। কেটলির ইলেকট্রিক সার্কিট বডি হলে তাকে কী ফল্ট বা ত্রুটি বলে?
- ৫। বৈদ্যুতিক টোস্টারের কাজ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক কেটলিতে তাপ অপরিবাহি পদার্থ কেন ব্যবহার করা হয়?
- ২। হিটিং এলিমেন্টে মিশ্র ধাতু ব্যবহারের সুবিধা লেখ।
- ৩। হিটিং এলিমেন্ট কোন কোন ধাতুর মিশ্রণে তৈরি হয়?
- ৪। বৈদ্যুতিক কেটলিতে কী কী ত্রুটি দেখা দেয়?
- ৫। বৈদ্যুতিক টোস্টারে কী কী ত্রুটি দেখা দেয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক কেটলির গঠন চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- ২। বৈদ্যুতিক টোস্টারের সার্কিট এঁকে ব্যাখ্যা কর।

পঞ্চদশ অধ্যায়

বৈদ্যুতিক ভ্যাকুয়াম ক্লিনার ও বৈদ্যুতিক হেয়ার ড্রায়ার

Electric Vacuum cleaner and Electric Hair Drier

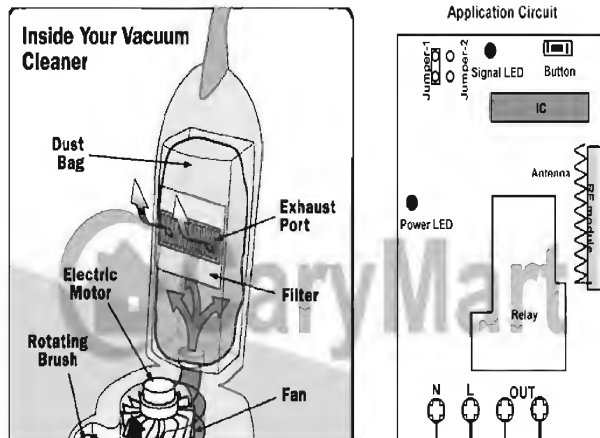
বর্তমান সময়ে বাসা-বাড়ি, অফিস আদালতে উন্নত মানের কার্পেট, পা পোষ, সোফা ব্যবহার করা হয়। এ সকল উপাদান পরিষ্কার পরিছন্ন করতে ইলেকট্রিক ভ্যাকুয়াম ক্লিনার অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ডোমেস্টিক এ্যাপ্লায়েন্স। এর ব্যবহার, রক্ষণাবেক্ষণ ইত্যাদি সম্পর্কে এ অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।

১৫.১ ভ্যাকুয়াম ক্লিনার: বিদ্যুৎ প্রবাহের সাহায্যে পরিচালিত যে মেশিন দিয়ে বাড়ি-ঘরের মেঝের ধূলা-বালি পরিষ্কার করা যায় তাকে ভ্যাকুয়াম ক্লিনার বলে। এর সাহায্যে খুব সহজেই মেঝের কার্পেট পরিষ্কার করা যায়। ভ্যাকুয়াম ক্লিনারের বিভিন্ন অংশগুলো নিম্নরূপ:

- (১) বৈদ্যুতিক মোটর, (২) মোটর সুইচ, (৩) ব্রাশ, (৪) হাতল, (৫) নেট বা জাল, (৬) প্লাস্টিকের বডি, (৭) পাখা বা ব্লড, (৮) লাইন কর্ড (৯) এক্সটেনসন টিউব (১০) ডাস্ট ক্যাবিনেট বা থলি।



চিত্র ১৫.১ : ভ্যাকুয়াম ক্লিনার।



চিত্র ১৫.২: বৈদ্যুতিক ভ্যাকুয়াম ক্লিনারের বর্তনী।

১৫.২ বৈদ্যুতিক ভ্যাকুয়াম ক্লিনারের সম্ভাব্য ত্রুটি ও প্রতিকার:

সাধারণ ত্রুটির তালিকা: সাধারণত বৈদ্যুতিক ভ্যাকুয়াম ক্লিনারে যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রো-মেকানিক্যাল ত্রুটি দেখা দেয়। এছাড়া ইহাতে নিম্নোক্ত ত্রুটিগুলো দেখা দেয়-

১. সুইচ অন করার সাথে সাথেই ফিউজ পুড়ে যায়।
২. সুইচ অন করলে বৈদ্যুতিক ভ্যাকুয়াম ক্লিনার হিট হয় না।
৩. সুইচ অন করলে ভ্যাকুয়াম ক্লিনার বাতাস ফ্লো হয় না।
৪. সুইচ অন করলে গৌঁ গৌঁ শব্দ করে চলে।

প্রতিকার: ভ্যাকুয়াম ক্লিনার সাপ্লাই কর্ড ও কয়েল পরীক্ষা করতে হবে। সুইচ অন করার সাথে সাথেই ফিউজ পুড়ে যায়।

১. হিটিং ইলিমেন্ট কাটা, বদলানো দরকার।
২. মোটর জ্যাম, পরীক্ষা করা দরকার।
৩. ফ্যানের সংযোগ লুজ, সংযোগ বদলানো দরকার।

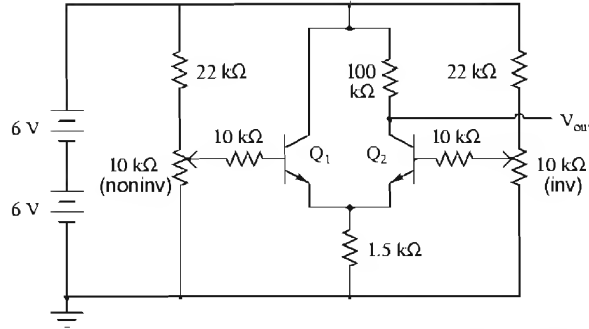
১৫.৩ বৈদ্যুতিক হেয়ার ড্রায়ার: যে বৈদ্যুতিক যন্ত্রের সাহায্যে চুল শুকানো বা হেয়ার ড্রাই করা যায় তাকে বৈদ্যুতিক হেয়ার ড্রায়ার বলে। বৈদ্যুতিক হেয়ার ড্রায়ার মেশিনটি ইউনিভার্সাল মোটর দিয়ে তৈরি এবং এতে একটি হিটিং এলিমেন্ট বসানো থাকে। মোটরের শ্যাফটের সঙ্গে একটি ফ্যান সংযোগ করা থাকে, যার সাহায্যে বাতাস বাহিরের দিকে প্রবাহিত হয়ে হিটিং এলিমেন্ট দিয়ে উত্তপ্ত বাতাস চুলে প্রবাহিত হয়, আর চুল দ্রুত শুকো যায়। এর বৈদ্যুতিক ক্ষমতা সাধারণত ৬০ ওয়াট হয়ে থাকে। মোটর হিটারের সাথে সিরিজে বা প্যারাললে সংযুক্ত করা থাকে।

বৈদ্যুতিক হেয়ার ড্রায়ারের বিভিন্ন অংশগুলো নিম্নরূপ:

- (১) ইউনিভার্সাল মোটর (২) হিটার বা হিটিং এলিমেন্ট (৩) হিটার সুইচ (৪) মোটর সুইচ (৫) নেট বা জাল (৬) প্লাস্টিকের বডি (৭) পাখা বা ব্লেড (৮) লাইন কর্ড ইত্যাদি।



চিত্র ১৫.৩: ইলেকট্রিক হেয়ার ড্রায়ার।



চিত্র ১৫.৪: ইলেকট্রিক হেয়ার ড্রায়ারের বর্তনী।

১৫.৪ বৈদ্যুতিক হেয়ার ড্রায়ারের সম্ভাব্য ত্রুটি ও প্রতিকার:

সাধারণ ত্রুটির তালিকা: সাধারণত হেয়ার ড্রায়ারে যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রো-মেকানিক্যাল ত্রুটি দেখা দেয়। এছাড়া ইহাতে নিম্নোক্ত ত্রুটিগুলো দেখা দেয়-

১. সুইচ অন করার সাথে সাথেই ফিউজ পুড়ে যায়।
২. সুইচ অন করলে হেয়ার ড্রায়ারে হিট হয়না।
৩. সুইচ অন করলে হেয়ার ড্রায়ারে বাতাস ফ্লো হয় না।
৪. সুইচ অন করলে গৌঁ গৌঁ শব্দ করে চলে।

প্রতিকার: সাপ্লাই কর্ড ও কয়েল পরীক্ষা করতে হবে। সুইচ অন করার সাথে সাথেই ফিউজ পুড়ে যায়।

১. হিটিং ইলিমেন্ট কাটা, বদলানো দরকার।
২. মোটর জ্যাম, পরীক্ষা করা দরকার।
১. ফ্যানের সংযোগ লুজ, সংযোগ বদলানো দরকার।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক ভ্যাকুয়াম ক্লিনার কী?
- ২। হেয়ার ড্রায়ারে কোন ধরনের মোটর ব্যবহার করা হয়?
- ৩। হেয়ার ড্রায়ারে স্পিড কন্ট্রোল নবের কাজ কী?
- ৪। ভ্যাকুয়াম ক্লিনারে এক্সটেনশন টিউবের কাজ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

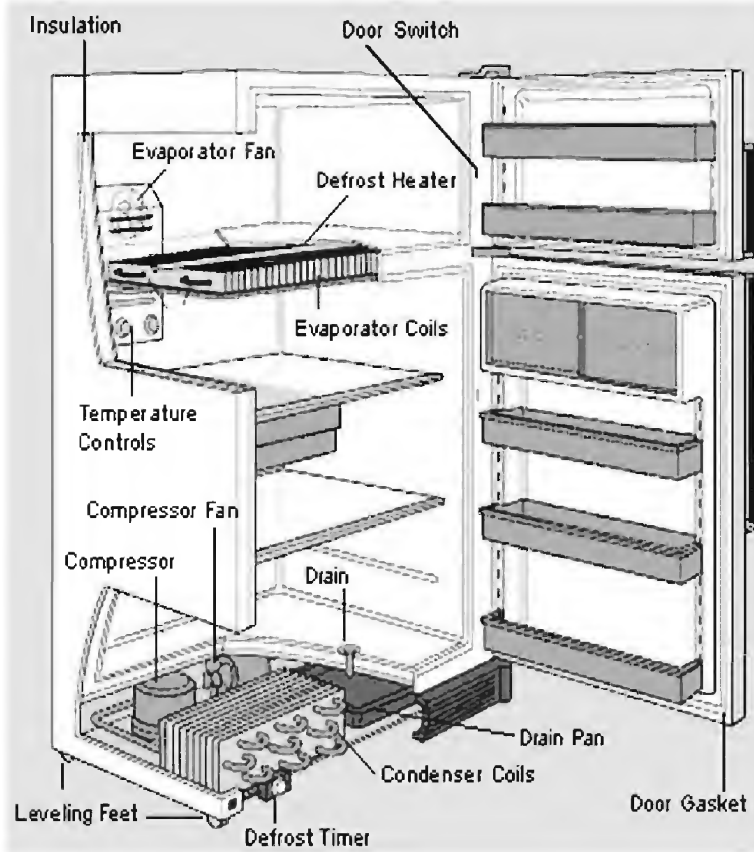
- ১। ভ্যাকুয়াম ক্লিনারের কাজ লেখ।
- ২। হেয়ার ড্রায়ার এর বিভিন্ন অংশের নাম লেখ।
- ৩। ভ্যাকুয়াম ক্লিনার ব্যবহারের সুবিধা লেখ।
- ৪। ভ্যাকুয়াম ক্লিনারে কী কী ত্রুটি দেখা দেয়?

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। বৈদ্যুতিক হেয়ার ড্রায়ার এর দোষ-ত্রুটি- প্রতিকার লেখ।

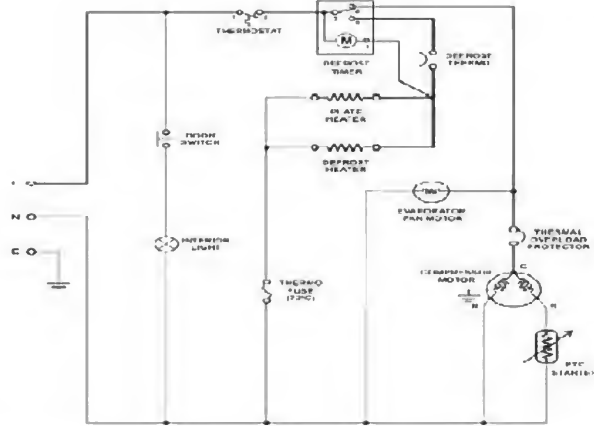
ষোড়শ অধ্যায় রিফ্রিজারেটর Refrigerator

তাপমাত্রা কমিয়ে খাদ্য দ্রব্যের ব্যাকটেরিয়ার বৃদ্ধি রোধ করে খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণের জন্য রিফ্রিজারেটর ব্যবহার করা হয়। খাদ্যসামগ্রী নষ্টের হাত থেকে রক্ষার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়। নির্দিষ্ট সময় পর্যন্ত খাদ্যদ্রব্য অবিকৃত রাখতে ইহা কাজ করে। এ কাজে ব্যবহৃত রিফ্রিজারেটর, কম্প্রেসর দিয়ে পরিচালিত হয় এবং কম্প্রেসর বৈদ্যুতিক মোটর দিয়ে চলে। থার্মোস্ট্যাট রিফ্রিজারেটরের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে কাজ করে। রিফ্রিজারেটর ব্যবহারে খাদ্যদ্রব্য ছাড়াও ঔষধ, রাসায়নিক দ্রব্য ইত্যাদি সংরক্ষণ করা হয়। বর্তমানে বাসা-বাড়ি ছাড়াও, অফিস আদালতে ব্যাপকভাবে রিফ্রিজারেটর ব্যবহৃত হয়ে থাকে। বর্তমান সময়ে রিফ্রিজারেটর নিত্য ব্যবহার্য একটি গৃহ সামগ্রী হিসেবে পরিচিত। এ অধ্যায়ে রিফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক সার্কিট ও তার কার্যপদ্ধতি নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে।

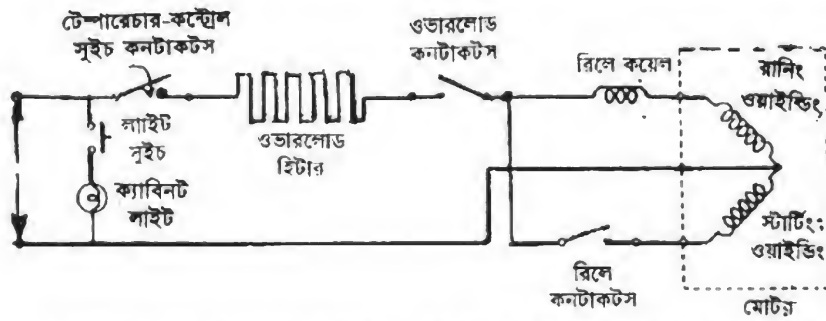


চিত্র ১৬.১ : রিফ্রিজারেটরের বিভিন্ন অংশ।

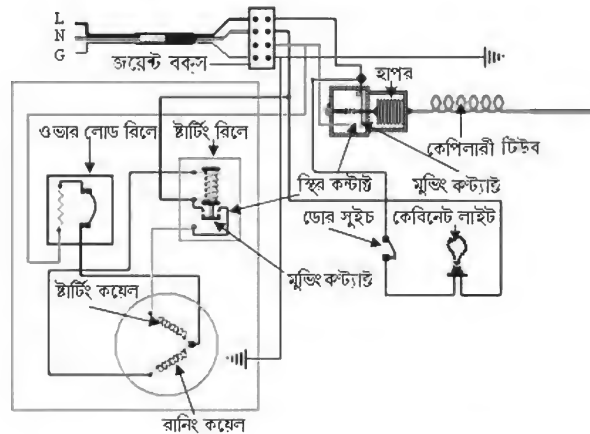
১৬.১ মোটরসহ ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম: নিচে রিফ্রিজারেটরের জন্য বৈদ্যুতিক মোটরের সার্কিট চিত্রসহ ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম দেখানো হলো।



চিত্র ১৬.২: রিফ্রিজারেটরের মোটরসহ ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম।



চিত্র ১৬.৩: রিফ্রিজারেটরের মোটরসহ ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল সিস্টেমের বেসিক ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম।



চিত্র ১৬.৪: রিফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক সিস্টেম।

১৬.২ রিফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক সার্কিটের কার্যপদ্ধতি: ১৬.২ নং চিত্রে বৈদ্যুতিক মোটরসহ ওয়্যারিং ডায়াগ্রাম অঙ্কন করে ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোলসিস্টেম দেখানো হয়েছে। এর মধ্যে রয়েছে লাইট সুইচ, টেম্পারেচার কন্ট্রোলসুইচ বা থার্মোস্ট্যাট, ওভার লোড হিটার, রিলে, মোটর ইত্যাদি। ইলেকট্রিক্যাল কন্ট্রোল বলতে রিফ্রিজারেটিং মেশিনের তাপমাত্রা ও চাপ মোটর দিয়ে নিয়ন্ত্রণ ব্যবস্থাকে বোঝায়। রিফ্রিজারেটরের কাজ তাপ নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে হয়ে থাকে। তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে যে সুইচ ব্যবহার করা হয় তা মোটর ও কমপ্রেসর চালু ও বন্ধ করে কাজ সমাধা করে। চিত্রে ওভারলোড কন্ট্রোলসুইচ এবং স্টার্টিং রিলে মোটরের রানিং ওয়াইন্ডিং এর সাথে সিরিজে সংযোজন করা আছে। যখন মোটর ওভার লোডেড হয়ে যায় তখন এ ওভারলোড কন্ট্রোল সুইচ মোটরকে সাপ্লাই হতে বিচ্ছিন্ন করে। ফলে রিফ্রিজারেটরের কার্যক্রম বন্ধ হয়ে যায়। এ রকম ওভারলোড কন্ট্রোল সাধারণত হিটার কয়েলের তৈরি যার মাধ্যমে মোটরে কারেন্ট যেতে পারে। যখন হিটারে প্রবাহিত কারেন্ট নির্ধারিত মানের চেয়ে খুব বেশি হয় তখন ওভারলোডের মধ্যে অবস্থিত এক জোড়া বাই-মেটালিক কন্ট্যাক্ট (থার্মোস্টার্ট) ব্রেক খুলে যায় ও সার্কিটকে রক্ষা করে। স্টার্টিং রিলে স্পিল্ট ফেজ টাইপ মোটর চালনায় সাহায্য করে। টেম্পারেচার কন্ট্রোল সুইচ এবং ওভার লোড কন্ট্রোলকন্ট্যাক্ট বন্ধ অবস্থায় রিলে কয়েল ও মোটরের রানিং ওয়াইন্ডিং এর মাধ্যমে বর্তনী সম্পন্ন হয়। রিলে কয়েল দিয়ে বেশি পরিমাণ কারেন্ট প্রবাহিত হলে রিলে কন্ট্যাক্ট বন্ধ হয়, যার কারণে স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং সার্কিটে সংযুক্ত হয় এবং মোটর স্টার্ট নিয়ে চলতে শুরু করে। যখন মোটরের স্পিড স্বাভাবিক গতিতে আসে, তখন রিলে কয়েল দিয়ে কারেন্টের প্রবাহ কমে যায়। এর ফলে রিলে কন্ট্যাক্ট ওপেন হয় ও স্টার্টিং ওয়াইন্ডিং সার্কিট হতে বিচ্ছিন্ন হয়। এ অবস্থায় মোটর তার স্বাভাবিক কার্যক্রম সার্কিটে সংযুক্ত রানিং ওয়াইন্ডিং দিয়ে সম্পন্ন করে। এভাবে রিফ্রিজারেটরের ইলেকট্রিক্যাল সিস্টেম কাজ করে।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। রিফ্রিজারেটর কী?
- ২। তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণে রিফ্রিজারেটরে কী ব্যবহার করা হয়?
- ৩। রিফ্রিজারেটরের প্রধান অংশের নাম কী?
- ৪। রিফ্রিজারেটরের কমপ্রেসরে কোন ধরনের মোটর ব্যবহার করা হয়?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। রিফ্রিজারেটরের কাজ লেখ।
- ২। রিফ্রিজারেটরের বিভিন্ন অংশগুলোর নাম লেখ।
- ৩। রিফ্রিজারেটরে রিলের কাজ লেখ।
- ৪। রিফ্রিজারেটরে কমপ্রেসরের কাজ লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। রিফ্রিজারেটরের সাধারণ বৈদ্যুতিক সার্কিট অঙ্কন করে কার্যপদ্ধতি বর্ণনা কর।

সপ্তদশ অধ্যায়

মাইক্রোওয়েভ ওভেন

Microwave Oven

মাইক্রোওয়েভ ওভেন বা ইলেকট্রনিক ওভেন এ মাইক্রোওয়েভ এনার্জি ব্যবহার করে যে তাপ উৎপন্ন হয় তা দিয়ে খাদ্য বস্তু রান্না করা হয়। আধুনিক সভ্যতায় এর ব্যবহার ব্যাপকভাবে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

মাইক্রোওয়েভ হলো রেডিও ফ্রিকুয়েন্সির শর্ট ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভ, যা ওভেনে কাজ করে। রান্নার জন্য খাদ্য দ্রব্য মাইক্রোওয়েভ ওভেনে দিলে খাদ্য দ্রব্যের জলীয়বাস্প মাইক্রোওয়েভ এনার্জি দিয়ে উৎপন্ন তাপ শোষণ করে। মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকুয়েন্সি এনার্জির কারণে খাদ্য দ্রব্যের অণুগুলোতে ঘর্ষণের ফলে খুব কম সময়ে রান্না হয়। ওভেনে মাইক্রোওয়েভ এনার্জিতে হিট উৎপাদন হয় ও হিট কন্ট্রোল এ সিস্টেমের প্রধান বিষয়।

১৭.১ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের কাজ (Function of microwave oven): যে যন্ত্রের সাহায্যে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকুয়েন্সির এনার্জি উৎপাদন ও নিয়ন্ত্রণ করে খাদ্যদ্রব্য রান্না করা হয়, তাকেই মাইক্রোওয়েভ ওভেন বা মাইক্রোওভেন বা ইলেকট্রনিক ওভেন বলে।

মাইক্রোওয়েভ ওভেন সাধারণ ফ্রিকুয়েন্সির এনার্জিকে মাইক্রোওয়েভ ফ্রিকুয়েন্সির এনার্জিতে রূপান্তর করে এবং সেই এনার্জি দিয়ে তাপ উৎপাদন ও নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে যথাযথভাবে স্বয়ংক্রিয় (অটোমেটিক) পদ্ধতিতে খাদ্য দ্রব্য রান্না করে। মাইক্রোওয়েভ ওভেনের সকল কার্যক্রম স্বয়ংক্রিয়ভাবে চলিত।

১৭.২ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের কাজের পদ্ধতি: মাইক্রোওয়েভ ওভেনের কুकिং সুইচ অন করলে ব্লোয়ার মোটর, স্টিরার মোটর, ম্যাগনেট্রন টিউব, রিলে, টাইমার সার্কিট সক্রিয় (এ্যাকটিভ) হয়। ওভেনের ম্যাগনেট্রন টিউব থেকে নির্গত মাইক্রোওয়েভ হিট এনার্জি স্টিরার মোটর সমভাবে কুकिং চেম্বারে ছড়িয়ে দেয়। ব্লোয়ার মোটরের ফ্যান ম্যাগনেট্রন টিউবকে ঠাণ্ডা রাখে। কুकिং সেটিং টাইম শেষ হলে টাইমার সুইচ রিলের মাধ্যমে সব কার্যক্রম বন্ধ করে।

ওভেনের কার্যক্রম সঠিকভাবে চলতে ইহার যথাযথ রক্ষণাবেক্ষণ প্রয়োজন। মাইক্রোওয়েভ যে পরিমাণ হিট এনার্জি উৎপাদন করবে তা খাদ্য দ্রব্যের প্রয়োজন অনুসারে হিট কন্ট্রোলসুইচ নবের মাধ্যমে ঠিক কের দেওয়া হয়। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে টাইমার মোটর কুकिং টাইম নিয়ন্ত্রণ করে। থারমো কাট-আউট ম্যাগনেট্রন টিউবকে অতিরিক্ত হিট থেকে রক্ষা করে।



চিত্র ১৭.১: মাইক্রোওয়েভ ওভেন

১৭.৩ মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ব্যবহার: মাইক্রোওয়েভ ওভেনে অটোমেটিক বা স্বয়ংক্রিয় পদ্ধতিতে প্রয়োজনীয় সব ধরনের খাদ্য দ্রব্য রান্না করা যাবে। বর্তমানে কিছু নতুন ধরনের রান্না মাইক্রোওয়েভ ওভেন ব্যবহারে করা অধিক সুবিধাজনক। ওভেনের বডিতে রান্না নিয়ন্ত্রণে সিলেকটর নব থাকে। কুकिং চেম্বার খুলে পাত্রে রান্নার খাদ্য দ্রব্য দিয়ে সিলেক্টর সুইচ সেট করে কুকার অন করলে স্বয়ংক্রিয়ভাবে খাদ্য দ্রব্য রান্না হয়ে যায়। খাবার গরম করার জন্য এটি অত্যন্ত উপযোগি যন্ত্র। আধুনিককালে এ ওভেনের ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। কারণ এটি দিয়ে সহজে ও সঠিকভাবে দ্রুত রান্নার কাজ করা যায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে রান্নার কাজে ব্যবহৃত এনার্জি কোন ধরনের?
- ২। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে মাইক্রোওয়েভ এনার্জি তৈরি করতে কী ব্যবহার করা হয়?
- ৩। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে টাইমার মোটরের কাজ কী?
- ৪। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে ম্যাগনেট্রন টিউবকে ঠাণ্ডা রাখতে কী ব্যবহার করা হয়?
- ৫। থারমো কাট-আউট মাইক্রোওয়েভ ওভেনে কী কাজ করে?
- ৬। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে ব্লোয়ার মটরের কাজ কী?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে তাপ নিয়ন্ত্রণে ব্যবহৃত অংশগুলোর নাম লেখ।
- ২। কী কী কারণে মাইক্রোওয়েভ ওভেনের ম্যাগনেট্রন টিউব অতিরিক্ত গরম হয়?
- ৩। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে স্টিপার মোটরের কাজ লেখ।
- ৪। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে তাপ হয় কিন্তু টাইমার কাজ করে না, কারণ ও প্রতিকার লেখ।

রচনামূলক প্রশ্ন

- ১। মাইক্রোওয়েভ ওভেনে খাদ্য দ্রব্য রান্নার প্রক্রিয়া বর্ণনা কর।

অষ্টাদশ অধ্যায়

বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির সাধারণ ত্রুটি

General Fault of Electric Appliances

বাসা-বাড়ি, অফিস, কলকারখানা ইত্যাদি স্থানে নিত্য প্রয়োজনীয় যে বিভিন্ন ধরনের যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় সেগুলোর প্রায় সবই বিদ্যুৎ এনার্জি চালিত। এদের বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি বলে। এগুলোর অপারেশন কার্যক্রম পরিচালিত হয় হিটিং এলিমেন্ট বা বৈদ্যুতিক মোটর দিয়ে। এ সকল যন্ত্রপাতির মধ্যে বহুল ব্যবহৃত উল্লেখযোগ্য কয়েকটি হলো ইলেকট্রিক ইন্সট্রি বা আয়রন, ইলেকট্রিক কেটলি, ইলেকট্রিক হিটার, বৈদ্যুতিক কুকার, রেফ্রিজারেটর, ব্লেন্ডার, ওয়াশিং মেশিন ইত্যাদি। এসব যন্ত্রপাতি ব্যবহারের সময় যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক উভয় ধরনের ত্রুটিই দেখা দেয়। সাধারণ বৈদ্যুতিক ত্রুটিগুলোর মধ্যে ওপেন সার্কিট, শর্ট সার্কিট ও গ্রাউন্ড বা আর্থ ত্রুটি উল্লেখযোগ্য।

১৮.১ বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির সাধারণ ত্রুটির তালিকা: বাসা-বাড়ি, অফিস, দোকানে দৈনন্দিন ব্যবহৃত বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিগুলোতে সাধারণত যান্ত্রিক ও বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রো-মেকানিক্যাল ত্রুটি দেখা দেয়। এর মধ্যে সাধারণভাবে বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি বা হাউস হোল্ড এ্যাপ্লায়েন্স এ তিন ধরনের বৈদ্যুতিক ত্রুটি দেখা দেয়। সেগুলো হলো-

১. ওপেন সার্কিট ত্রুটি,
২. শর্ট সার্কিট ত্রুটি এবং
৩. গ্রাউন্ড বা আর্থ ত্রুটি।

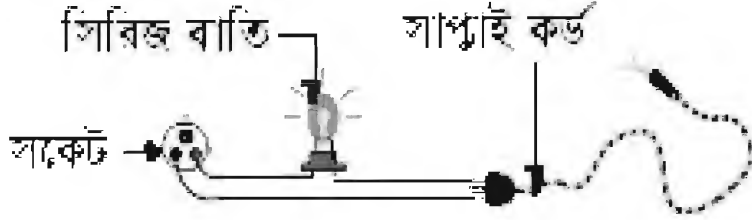
১৮.২ শর্ট সার্কিট ত্রুটির লক্ষণ: বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির হিটিং এলিমেন্ট বা কারেন্টবাহি পরিবাহির অংশ বিশেষ একত্র হওয়া বা সাপ্লাই কর্ডের ফেজ ও নিউট্রাল একত্র হওয়াকে শর্ট সার্কিট বলে। এতে কারেন্টের মান বেড়ে যায় ও যন্ত্রপাতির ক্ষতি হয় এবং সাবধান না হলে বড় ধরনের দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। এ ত্রুটির লক্ষণগুলো নিম্নরূপ-

১. সুইচ অন করার সাথে সাথেই ফিউজ পুড়ে যায়।
২. হিটিং এলিমেন্ট এর অংশ বিশেষ শর্ট হলে তা কাজ করবে না বা তাপ উৎপন্ন করবে না।
৩. প্যারাললে সংযুক্ত কোন এলিমেন্ট দুইটির টার্মিনাল শর্ট হলে সেটি কাজ করবে না, কিন্তু অন্যগুলো কাজ করবে। ফলে কম তাপ উৎপন্ন হবে।
১. কারেন্টবাহী কন্ডাক্টর বা হিটিং এলিমেন্ট এর প্যারাললে সংযুক্ত নির্দেশক বাতির প্রান্তসমূহ শর্ট হলে বাতি জ্বলবে না।
২. মোটরের কোন কয়েল শর্ট হলে মোটর গৌঁ গৌঁ শব্দ করে চলে।

১৮.৩ শর্ট সার্কিট ত্রুটি নির্ণয়ের পদ্ধতি: শর্ট সার্কিট ত্রুটি নির্ণয়ে নিয়ন টেস্টার, টেস্ট বাতি, এ্যাভোমিটার প্রয়োজন হয়। যেভাবে শর্ট সার্কিট ত্রুটি নির্ণয় করা যায় তা হলো-

১. বেশির ভাগ ত্রুটিই পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়।
২. সাপ্লাই কর্ড শর্ট হলে এ্যাভোমিটার দিয়ে পরীক্ষা করে জানা যায়।
৩. যন্ত্রের ফেজ নিউট্রাল শর্ট থাকলে সিরিজ বাতির পরীক্ষায় তা জানা যায়।

সাপ্লাই কর্ডের শর্ট সার্কিট টেস্ট করতে সিরিজে টেস্ট ল্যাম্পের নিচের চিত্র অনুযায়ী সংযোগ করতে হবে। এবার সাপ্লাই দেওয়ার পর যদি টেস্ট ল্যাম্পটি উজ্জ্বল ভাবে জ্বলে উঠে তবে বুঝতে হবে কর্ডে শর্ট সার্কিট ত্রুটি আছে। কিন্তু যদি টেস্ট বাতি পূর্ণ উজ্জ্বল ভাবে না জ্বলে তবে বুঝতে হবে কর্ডে শর্ট সার্কিট ত্রুটি নেই।



চিত্র ১৮.১: সিরিজ বাতির দিয়ে শর্ট সার্কিট টেস্ট।

১৮.৪ ওপেন সার্কিট ত্রুটির লক্ষণ: বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির হিটিং এলিমেন্ট ওপেন, সাপ্লাই কর্ড ওপেন, ফেজ তার বা নিউট্রাল তার ওপেন হলে কারেন্ট প্রবাহিত হয় না এবং যন্ত্র কাজ করে না। যন্ত্রের এরূপ ত্রুটিকে ওপেন সার্কিট ত্রুটি বলে।

এ ত্রুটির লক্ষণগুলো নিম্নরূপ-

১. হিটিং এলিমেন্ট গরম হবে না।
২. ফিউজ, সাপ্লাই কর্ড, ফেজ তার বা নিউট্রাল পুড়ে ওপেন হলে কারেন্ট প্রবাহিত হবে না। ফলে যন্ত্র কাজ করবে না।
৩. সংযোগের কোন স্থান ওপেন হলে।

১৮.৫ ওপেন সার্কিট ত্রুটি নির্ণয়ের পদ্ধতি: ওপেন সার্কিট ত্রুটি নির্ণয়ে টেস্ট বাতি, এ্যাভোমিটার প্রয়োজন হয়। যেভাবে ওপেন সার্কিট ত্রুটি নির্ণয় করা যায় তা হলো-

১. ফিউজ খুলে পর্যবেক্ষণের দ্বারা।
২. মিটার দিয়ে সুইচের কন্ট্যাক্ট পরীক্ষা করে।
৩. মেগার বা এ্যাভোমিটার দিয়ে তারের /কর্ডের কন্টিনিউটি পরীক্ষা করে।
৪. মিটার দিয়ে বা টেস্ট বাতি দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট এর কন্টিনিউটি পরীক্ষা করে।

মেগার বা এ্যাভোমিটার বা টেস্ট বাতি দিয়ে খুব সহজেই কন্টিনিউটি পরীক্ষার মাধ্যমে ওপেন সার্কিট ত্রুটি নির্ণয় করা যায়।

১৮.৬ গ্রাউন্ড ত্রুটির লক্ষণ: বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতির হিটিং এলিমেন্ট বা কয়েলের কোন অংশ বডিতে লাগলে, ইনসুলেশন নষ্ট হয়ে পরিবাহী তার বডিতে লাগলে গ্রাউন্ড ত্রুটি ঘটে। এতে যন্ত্রের বডির স্পর্শে মানুষ বৈদ্যুতিক শক পায়। এ ধরনের ত্রুটিকে গ্রাউন্ড ত্রুটি বলে।

লক্ষণসমূহ নিম্নরূপ-

১. হিটিং এলিমেন্ট বা কয়েল যন্ত্রের ধাতব অংশে লাগলে।
২. টার্মিনাল কানেক্টর ভেঙ্গে সুইচ বা যন্ত্রের বডিতে লাগলে।
৩. গ্রাউন্ড ত্রুটিতে লিকেজ কারেন্ট প্রবাহে ফিউজ পুড়ে যেতে পারে।

১৮.৭ গ্রাউন্ড ত্রুটি নির্ণয়ের পদ্ধতি: মেগার, টেস্ট বাতি, নিয়ন টেস্টার দিয়ে গ্রাউন্ড ত্রুটি নির্ণয় করা যায়।

(ক) টেস্ট বাতির এক প্রান্ত আর্থের এবং অন্য প্রান্ত ত্রুটি যুক্ত যন্ত্রের বডিতে লাগালে বাতি জ্বলবে। যন্ত্রের বডিতে টেস্টার ধরলে টেস্টারও মিটমিট করে জ্বলবে। এভাবে খুব সহজেই গ্রাউন্ড ত্রুটি নির্ণয় করা যায়।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বার বার ফিউজ পুড়ে যাচ্ছে সম্ভাব্য ত্রুটির নাম কী?
২. হিটিং এলিমেন্ট এ টেস্টার জ্বলে কিন্তু যন্ত্র কাজ করছে না কোন ধরনের ত্রুটিতে ইহা ঘটে?
৩. রেফ্রিজারেটর কী ধরনের শক্তি দিয়ে চলে?
৪. যন্ত্রের বডিতে বৈদ্যুতিক শক লাগে। এটি কোন ধরনের ত্রুটি?

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে সাধারণত কী কী ত্রুটি দেখা যায়?
২. ওপেন সার্কিট ত্রুটির লক্ষণগুলো লেখ।
৩. শর্ট সার্কিট ত্রুটির লক্ষণগুলো উল্লেখ কর।
৪. গ্রাউন্ড ত্রুটি কীভাবে নির্ণয় করা যায় বুঝিয়ে লেখ।
৫. হিটিং এলিমেন্ট জ্বলছে না বা মোটর ঘুরছে না সম্ভাব্য কারণগুলো উল্লেখ কর।

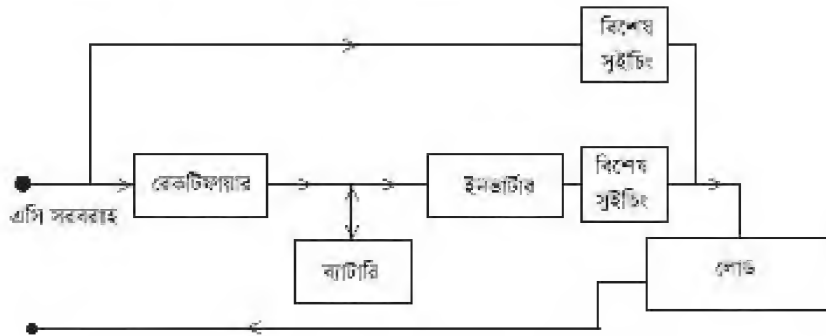
উনবিংশ অধ্যায় আইপিএস/ হোম ইউপিএস/ইপিএস, ইউপিএস, ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার IPS/Home UPS/EPS, UPS, Voltage Stabilizer.

বিদ্যুৎ এর নিরবিচ্ছিন্ন সরবরাহ মানব সভ্যতার জন্য খুব গুরুত্বপূর্ণ। কোন দেশের মাথাপিছু বিদ্যুৎ ব্যবহারের উপর সে দেশের উন্নয়ন নির্ভর করে। আমাদের দেশে সরকারি ব্যবস্থাপনায় যে বিদ্যুৎ সরবরাহ পাওয়া যায় তাতে প্রায়ই লোড শেডিং এর অনাকাঙ্ক্ষিত ঘটনা ঘটে। নিরবিচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ সরবরাহ পাওয়ার জন্য বর্তমানে আই সি এস বহুলভাবে ব্যবহৃত একটি পদ্ধতি। মূল লাইনে বিদ্যুৎ থাকা অবস্থায় আইপিএস চার্জিং ইউনিটের মাধ্যমে সিস্টেমের ব্যাটারিতে বিদ্যুৎ সঞ্চেপ্ত করা হয়। এ অধ্যায়ে আইপিএস এবং এ রকম বৈদ্যুতিক বর ইউপিএস এর ব্যবহার সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে।

১৯.১ আইপিএস/হোম ইউপিএস/ইপিএস এর কাজ: আইপিএস (IPS) এর পূর্ণ অর্থ Instant Power Supply. মূল বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধ হলে তৎক্ষণিকভাবে এ উৎস এর মাধ্যমে লোডে বিদ্যুৎ সাপ্লাই দেওয়া হয়। ইহাতে বয়জিন্স সুইচ থাকে যার কন্ট্রোল এর পরিবর্তনে লোড বিদ্যুৎ সাপ্লাই পায়।

আই সি এস এর প্রধান অংশ দুইটি।

(ক) সঞ্চয়ী ব্যাটারি এবং (খ) ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সার্কিট।



চিত্র ১৯.১: বৈদ্যুতিক সিস্টেমে আইপিএস এর সংযোগ।

বাক্য কক্ষে ইলেকট্রনিক কন্ট্রোলার সার্কিট ইনভার্টার ও কনভার্টার উভয় কাজই করে এবং একই ইউনিটের মধ্যে থাকে। ইহা এসি সাপ্লাইকে পূর্ণ ডিসিভে রূপান্তর করে ব্যাটারি চার্জ করে বিদ্যুৎ জমা রাখার কাজ করে। মূল বিদ্যুৎ উৎস বন্ধ হলে বয়জিন্স সুইচের পরিবর্তনে ব্যাটারিতে জমাকৃত বা সঞ্চিত বিদ্যুৎ পুনরায় এসিতে রূপান্তর করে লোডে সাপ্লাই দেয়।

সিস্টেমে আইপিএস সংযোগ থাকা অবস্থায় মূল বিদ্যুৎ সাপ্লাই সরাসরি লোডে কাজ করে এবং একই সাথে আইপিএস এর ব্যাটারি চার্জও হয়। ইহার কমতা মূলতঃ ব্যাটারির কমতার উপর নির্ভর করে। ইহার রেটিং ওয়াট, কিলোওয়াট বা কেভিএ-তে লেখা হয়।

আজকাল আইপিএস ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। বাসা-বাড়িতে ফ্যান, লাইট, টিভি, কম্পিউটার চালাতে এবং অফিস কার্যালয়ে নিরবিচ্ছিন্ন বিদ্যুৎ এর জন্য আইপিএস ব্যবহৃত হয়। আইপিএস কে হোম ইউপিএস বা ইপিএসও বলা হয়।

১৯.২ ইউপিএস এর কাজ: ইউপিএস (UPS) শব্দের অর্থ Uninterruptable Power Supply. বিদ্যুৎ সরবরাহে কোন প্রকার বিদ্যুৎ না ঘটলে বা নিরবচ্ছিন্নভাবে বিদ্যুৎ সরবরাহ পাওয়া যায় এ ডিভাইস এর মাধ্যমে। গুরুত্বপূর্ণ বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে নিরবচ্ছিন্নভাবে বিদ্যুৎ সরবরাহ দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত এ ডিভাইসকে ব্যাক আপ ডিভাইসও বলা হয়।



চিত্র ১৯.২ : (ক) ইউপিএস এর ব্র্যাক প্যানেল, (খ) ইউপিএস এর বাহ্যিক গঠন।

ইউপিএস (UPS) সিস্টেমে প্রয়োজনীয় উপাদানসমূহ-

- (ক) একটি রেকটিফায়ার এবং থাইরিস্টার নিয়ন্ত্রিত ব্যাটারি চার্জার যা এসি ইনপুটকে রেগুলেটেড ডিসিতে রূপান্তর করে ব্যাটারিকে চার্জ দেয়।
- (খ) একটি ব্যাটারি থাকে যা এসি বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধ হলে ইনভার্টারে ডিসি সাপ্লাই দেয়।
- (গ) একটি ইনভার্টার থাকে যা ব্যাটারির ডিসিকে এসিতে রূপান্তর করে লোডে সরবরাহ দেয়।

এ ডিভাইসের মাধ্যমে এসি সাপ্লাইকে ডিসি রূপান্তর করে ব্যাটারিতে বিদ্যুৎ সঞ্চিত রাখা হয়। সাপ্লাই বিদ্যুৎ সরাসরি ব্যবহার না করে ব্যাটারিতে সঞ্চয়ের মাধ্যমে ব্যবহার করা হয় বলে কোন প্রকার বিদ্যুৎ ছাড়াই বিদ্যুৎ সাপ্লাই দেয়। ইহার ক্ষমতাকে ব্যাক আপ পাওয়ার ক্যাপাসিটি বলা হয়। ইহার এ ব্যাক আপ পাওয়ার নির্ভর করে মূলত ব্যাটারির ক্যাপাসিটির উপর। ইউপিএস এর ব্যাক আপ পাওয়ার ১৫ মিনিট অর্থ ইহার উপযোগী যে যন্ত্রের সাথে সংযুক্ত সে যন্ত্রে মূল বিদ্যুৎ উৎস বন্ধ হলে ১৫ মিনিট বিদ্যুৎ সরবরাহ দিতে সক্ষম।

কম্পিউটার পরিচালনায় ইউপিএস ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

১৯.৩ ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার এর কাজ: সার্কিটে লোড বাড়ানো বা কমানোর কারণে বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের জন্য সার্কিটে বা সিস্টেমে অনবরত ভোল্টেজ এর ওঠানামা ঘটে, যা ইলেকট্রনিক সার্কিটের জন্য মারাত্মক ক্ষতিকর। যে যন্ত্রের সাহায্যে ভোল্টেজের এ ওঠানামা বন্ধ করা যায় এবং যা ভোল্টেজের এর মান প্রায় স্থির করে রাখতে সক্ষম তাকে ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার বলে।

অধিক সেনসেটিভ ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি চালাতে সর্বদা সঠিক পরিমাণ ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়। ভোল্টেজ স্থির রাখার জন্য ব্যবহৃত যে ইলেকট্রনিক ডিভাইস ব্যবহার করা হয়, তাকে ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার বলে।

এ কাজে প্রধান উপাদান হিসেবে জিনার ডায়োড, ট্রানজিস্টর, রেগুলেটর, আইসি ব্যবহার করা হয়। লোড কারেন্টের পরিবর্তনে জিনার ডায়োড তার নিজ কারেন্ট এর পরিবর্তন করে ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজড বা স্থির করে। ইলেকট্রনিক সার্কিটের স্থায়িত্বতা, ভালো অপারেশনে ইহার গুরুত্ব অপরিণীম। ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার অ্যানারেগুলেটেড ডিসি পাওয়ারকে স্থির মানের ডিসিতে রূপান্তরের সহায়ক।

প্রশ্নমালা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. এসি বিদ্যুৎ সঞ্চিত করে এবং লোডের ব্যবহার উপযোগী করে সেই যন্ত্রের নাম কী?
২. ভোল্টেজ এর ঠঠানামা স্থির হয় কোন যন্ত্রের মাধ্যমে?
৩. আইপিএস (IPS) ও ইউপিএস (UPS) এর পূর্ণ অর্থ লেখ।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

১. আইপিএস এর কাজ লেখ।
২. ইউপিএস এ কাজ কী?
৩. ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজারের কাজ কী?
৪. আইপিএস কী কী নিয়ে গঠিত?

বিংশ অধ্যায়

প্রজেক্ট তৈরী

Making a Project

২০.১ প্রজেক্ট: প্রজেক্ট এর আভিধানিক অর্থ প্রকল্প যার সঙ্গে প্রযুক্তি ও জনকল্যাণ বিষয়টি জড়িত। কারিগরি ও বৃত্তিমূলক শিক্ষার্থীদের ক্ষেত্রে তাদের উদ্ভাবনী মেধা ও মননশীলতার উন্মোচন ঘটিয়ে বিষয়টির সঙ্গে প্রযুক্তির আধুনিক বিকল্প কৌশল যুক্ত করে নতুন কিছু উদ্ভাবন করা বা দামী প্রচলিত বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রনিক ব্যবহারিক যন্ত্রের সার্কিটকে রি-মডেলিং করে যন্ত্রটি মানসম্মত ও ইকোনোমি করে সর্বসাধারণের সহজ ব্যবহারযোগ্য করে বাজারজাত করা।

প্রজেক্ট এর আভিধানিক অর্থ হলো নিজের উন্মুক্ত চিন্তাধারা দ্বারা একটি প্রজেক্ট কল্পনা করবে। প্রজেক্টের সার্কিট চিত্র অঙ্কন করে শ্রেণি শিক্ষককে দেখাবে। সেই মোতাবেক মালামাল ও যন্ত্রপাতি স্টোর হতে সংগ্রহ করে সার্কিট তৈরি করবে। কল্পনা করা প্রজেক্টটি শ্রেণি শিক্ষক মাল্টিমিডিয়া প্রজেক্টরের মাধ্যমে প্রদর্শন করবে।

২০.২ প্রজেক্ট তৈরির গুরুত্ব: নিজস্ব চিন্তা ধারায় নতুন কিছু জানা, শেখা ও করা শিক্ষার্থীদের মনের একটি সহজাত প্রবৃত্তি। বৈদ্যুতিক বা ইলেকট্রনিক ব্যবহারিক যন্ত্রের সার্কিটকে ঘিরে তাদের আগ্রহ অনেক বেশি। এ আকাঙ্ক্ষাকে সমুল্লত রেখে নতুন কিছু করা বা আবিষ্কারের মধ্যে নিজেকে নিয়োজিত করে আধুনিক প্রযুক্তি ব্যবহারের কৌশল মেধা ও মননশীলতার উন্মোচন ঘটাবে এবং তার উদ্ভাবনী শক্তি তাকে আধুনিক দৃষ্টি সম্পন্ন মানুষ হিসেবে গড়ে উঠতে সাহায্য করবে।

শিক্ষার্থী নিজেরা প্রজেক্ট তৈরি করলে তাদের জানা এবং শেখার আগ্রহ ও উৎসাহ অনেক বেড়ে যাবে। সঠিকভাবে নির্বাচিত প্রজেক্ট তৈরি করলে বা করতে পারলে ব্যবহারিক কাজে দক্ষতা বৃদ্ধি পাবে। তাই বলা যায়, সীমিত সম্পদের সুষ্ঠু ব্যবহার নিশ্চিত করতে এবং অসীম অভাবকে মোকাবেলা করার জন্য প্রজেক্ট তৈরির গুরুত্ব অপরিসীম।

২০.৩ প্রজেক্ট তৈরিতে সতর্কতা: এ প্রজেক্টে তৈরিতে নিম্নলিখিত সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে-

- ১। মানসম্মত প্রজেক্ট নির্বাচন করতে হবে।
- ২। প্রজেক্টটি ইকোনমি ও গ্রহণযোগ্য হতে হবে।
- ৩। প্রজেক্টে লাইন দেওয়ার পূর্বে ভালোভাবে সংযোগ হয়েছে কিনা তা দেখতে হবে।

জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২

২য় পত্র (দশম শ্রেণি)

ব্যবহারিক অংশ

সূচিপত্র
জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২
দ্বিতীয় পত্র

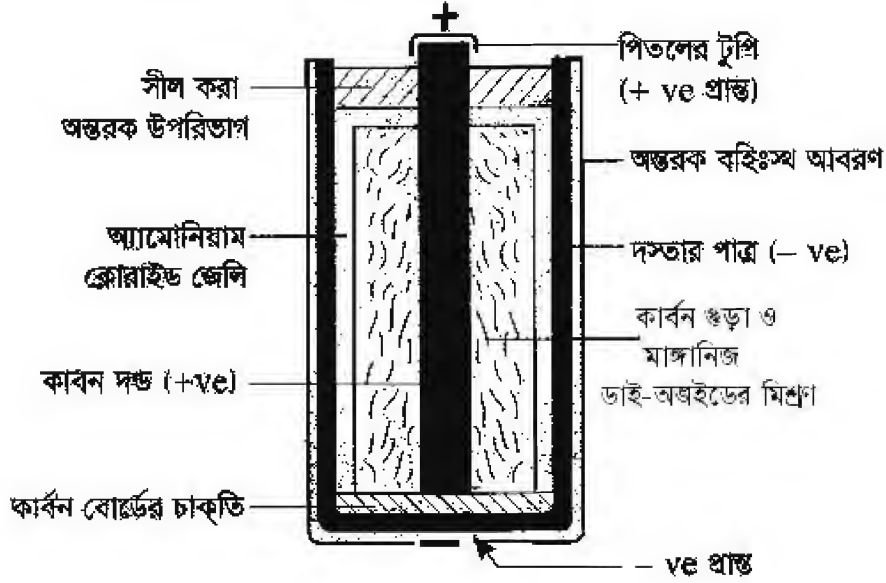
জব তালিকা (প্রতিটি ক্লাশ তিন পিরিয়ডের)

ক্রমিক নং	জবের নাম	ক্লাশ	পৃষ্ঠা নং
১	ড্রাই সেলের গঠন ও কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ।	২	৩০৯
২	সাধারণ সেল গঠন বা সেলের মালামালগুলোর সমন্বয় করে সেল গঠন করা।	২	৩১০
৩	লিড এসিড ব্যাটারি পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জন।	৪	৩১১
৪	লিড এসিড ব্যাটারি (ক) তৈরি করা, (খ) চার্জ করা।	৬	৩১২
৫	কতকগুলো সেল সিরিজ, প্যারালাল ও মিশ্র সংযোগকরণ।	৩	৩১৩
৬	কতকগুলো ব্যাটারি সিরিজ, প্যারালাল ও মিশ্র সংযোগকরণ।	৩	৩১৫
৭	সোলার প্যানেল স্থাপনকরণ।	৩	৩১৬
৮	সাব-স্টেশন পরিদর্শন ও প্রতিবেদন তৈরি।	৩	৩১৭
৯	রিলে ও লাইটনিং অ্যারেস্টর সংযোগ।	২	৩১৮
১০	বৈদ্যুতিক হিটার ও কুকার এর দোষত্রুটি নির্ণয় এবং সেগুলো মেরামতকরণ।	৪	৩২০
১১	বৈদ্যুতিক ইন্ড্রির দোষত্রুটি নির্ণয় এবং সেগুলো মেরামতকরণ।	৬	৩২১
১২	বৈদ্যুতিক কেটলি ও টোস্টার এর দোষত্রুটি নির্ণয় এবং সেগুলো মেরামতকরণ।	৩	৩২৩
১৩	রেফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক সার্কিট মেরামতকরণ।	৪	৩২৪
১৪	মাইক্রোওয়েভ ওভেন বিদ্যুৎ সাপ্লাই এর সাথে সংযোগ ও পরিচালনা করা।	২	৩২৬
১৫	আইপিএস/ইউপিএস/ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার লোডের সাথে সংযোগ স্থাপনকরণ।	৬	৩২৭
১৬	প্রজেক্ট তৈরির দক্ষতা অর্জন করবে।	৬	৩২৮

অব নং: ০১

অবের নাম: ড্রাই সেলের গঠন ও কার্যকারিতা পর্যবেক্ষণ।

অবের উদ্দেশ্য: ড্রাই সেলের গঠন পর্যবেক্ষণ করে বাতব জ্ঞান অর্জন করাই উদ্দেশ্য।



চিত্র: ড্রাই সেলের বাহ্যিক গঠন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল: এ অবের কাজ করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ও মালামাল প্রয়োজন-
এ্যাভোমিটার বা লো রেঞ্জের ভোল্টমিটার, হ্যাক'স', ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ, ১ টি ড্রাই সেল, কিছু তার।

কাজের ধারা: এ অবটি করতে যে কাজগুলো করতে হবে-

- ১। বাহ্যিকভাবে সেলটি পর্যবেক্ষণ করে সেলের মোড়ক, পজেটিভ টার্মিনাল, নেগেটিভ টার্মিনাল সনাক্ত করে এবং মিটার দিয়ে ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।
- ২। হ্যাক'স' ও চাকু দিয়ে সেলের মোড়ক কেটে কার্বন দণ্ড বের করতে হবে।
- ৩। ভিতরে সে পদার্থগুলো পাওয়া যাবে সেগুলো শনাক্ত করে এবং চিত্রের ন্যায় মিল করতে হবে।

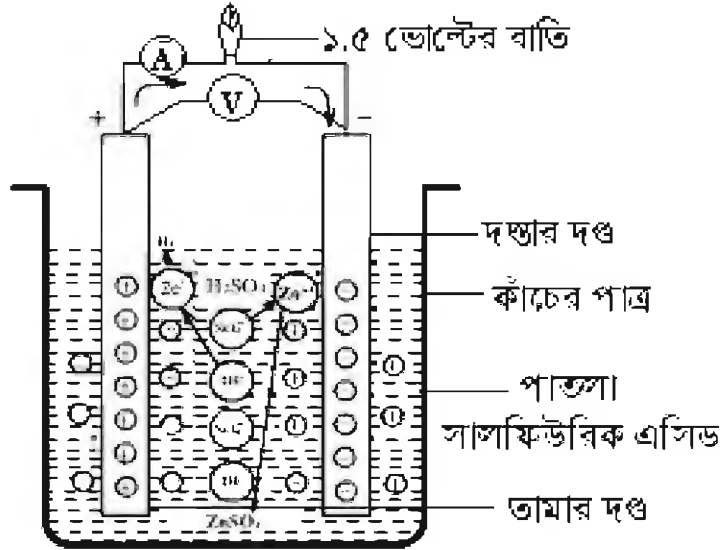
কাজের সতর্কতা: প্রয়োজনীয় সতর্কতাগুলো নিম্নরূপ-

- ১। হ্যাক'স', চাকু সাবধানে ব্যবহার করতে হবে।
- ২। কাজের সময় হ্যান্ড গ্লোবস ব্যবহার করতে হবে এবং চোখে হাত দেওয়া যাবে না।

জব নং: ০২

জবের নাম: সাধারণ সেল গঠন বা সেলের মালামালগুলোর সমন্বয় করে সেল গঠন করা।

জবের উদ্দেশ্য: ১ টি সাধারণ সেল এ্যাসেম্বলি করে বাস্তব ক্ষেত্রে এর প্রয়োগ করার দক্ষতা অর্জন করাই উদ্দেশ্য।



চিত্র: সাধারণ সেলের বাহ্যিক গঠন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল: এ জবের কাজ করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ও সরঞ্জামাদি প্রয়োজন-

এ্যাভোমিটার বা লো রেঞ্জের ভোল্টমিটার, হ্যাক 'স', ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ, সেলের পজেটিভ ইলেকট্রোড, নেগেটিভ ইলেকট্রোড, কাঁচের পাত্র, পাতলা সালফিউরিক এসিড, কিছু তার ইত্যাদি।

কাজের ধারা: নিম্নলিখিত ধাপে জবের কাজ সমাধা করতে হবে।

- ১। কাঁচের পাত্রে প্রয়োজনীয় পরিমাণ পাতলা সালফিউরিক এসিড ঢেলে নিতে হবে।
- ২। তামা ও দস্তার দণ্ড পাত্রের মধ্যে ডুবাতে হবে।
- ৩। এরপর সেলে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় ইএমএফ উৎপন্ন হবে, ঘটনা পর্যবেক্ষণ করতে হবে।
- ৪। ভোল্টমিটার দিয়ে ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে এবং ইহা প্রায় ১.০৮ ভোল্ট পাওয়া যাবে।
- ৫। লক্ষ করলে দেখা যাবে এ্যাভোমিটারের মধ্যদিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে প্রয়োজনীয় সতর্কতাগুলো নিম্নরূপ

- ১। উভয় ইলেকট্রোড যেন একত্র না হয়।
- ২। কাজের সময় হ্যান্ড গ্লোবস ব্যবহার করতে হবে এবং গায়ে, চোখে হাত দেওয়া যাবে না।

জব নং: ০৩

জবের নাম: লিড এসিড ব্যাটারি পরীক্ষা করার দক্ষতা অর্জন।

জবের উদ্দেশ্য: এ জবের উদ্দেশ্যসমূহ নিম্নরূপ-

- ১। লিড এসিড ব্যাটারির সঠিকতা শনাক্ত করার দক্ষতা অর্জন।
- ২। ক্রটিসমূহ দূরীকরণে ব্যবস্থা নেওয়ার দক্ষতা অর্জন।
- ৩। ব্যাটারির সেলের টার্মিনাল শনাক্ত করা, ভোল্টেজ মাপা, ধরন অনুযায়ী সংযোগের গুরুত্ব বুঝে সংযোগ করা এবং ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপ করার দক্ষতা অর্জন করাই উদ্দেশ্য।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১। এ্যাভোমিটার	৪। নিয়ন টেস্টার
২। কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৫। ব্যাটারি টেস্টার বা লোড টেস্টার
৩। ফ্লাট জুকু ড্রাইভার	৬। হাইড্রোমিটার

প্রয়োজনীয় মালামাল: লিড এসিড ব্যাটারি-১টি

কাজের ধারা: জবের উদ্দেশ্য পূরণে উপরের চিত্রানুযায়ী ধাপে ধাপে যে কাজগুলো করতে হবে-

- ১। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
- ২। এ্যাভোমিটার দিয়ে ব্যাটারির টার্মিনাল শনাক্ত করে এবং প্রতিটি সেলের এবং ব্যাটারীর ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।
- ৩। ভেন্ট প্লাগ খুলে প্রতিটি সেলের ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপ করতে হবে।
- ৪। ইলেকট্রোলাইটের লেভেল পরীক্ষা করতে হবে।
- ৫। ব্যাটারির চার্জিং ও ডিসচার্জিং এর শর্ত জেনে তা শনাক্ত করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে সে সমস্ত সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। কাজের সময় হ্যান্ড গ্লোবস ব্যবহার করতে হবে এবং গায়ে, চোখে হাত দেওয়া যাবে না।
- ২। ব্যাটারিতে যেন শর্টসার্কিট না ঘটে তা লক্ষ রাখতে হবে।
- ৩। এ্যাভোমিটার সঠিকভাবে সিলেক্ট করে পাঠ নিতে হবে।

জব নং: ০৪

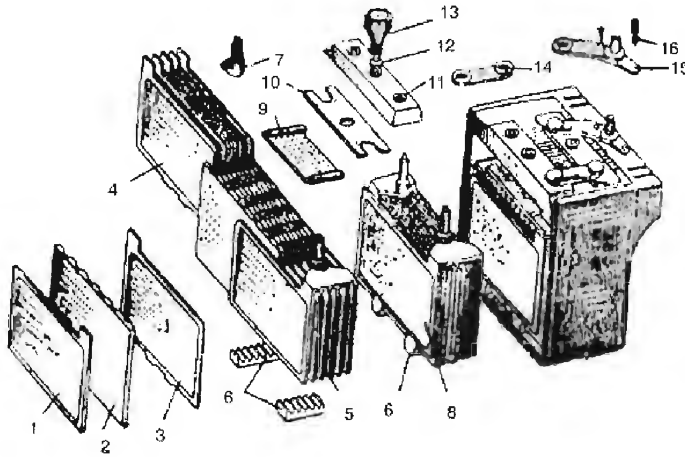
জবের নাম: লিড এসিড ব্যাটারি (ক) তৈরি করা, (খ) চার্জ করা, (গ) পরীক্ষা করা।

জবের উদ্দেশ্য: এ জবের উদ্দেশ্যগুলো নিম্নরূপ।

১। একটি লিড এসিড ব্যাটারি তৈরি করা, যার মাধ্যমে লিড এসিড সেলে যেভাবে প্লেট গ্রুপিং করতে হয়, সেলগুলোর সমন্বয়ে যেভাবে ব্যাটারি তৈরি করা হয় তার বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন।

২। ইলেকট্রোলাইট যুক্ত করা, ব্যাটারি চার্জার যুক্ত করে ব্যাটারি চার্জ করা।

৩। লোড টেস্টার, হাইড্রোমিটারের ব্যবহারের মাধ্যমে ব্যাটারির বর্তমান অবস্থা জেনে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা।



চিত্র: লিড এসিড ব্যাটারির বিভিন্ন অংশ

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল: এ জবের কাজ করত যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ও মালামাল প্রয়োজন-

লিড পাত (লেড পার-অক্সাইড, লেড অক্সাইড), এক্সটারনাল কানেকটর, ইন্টারনাল কানেকটর, ধারক, সেপারেটর, সোল্ডারিং আয়রন, ব্রো টর্চ, টার্মিনাল পোস্ট, ভেন্ট ক্যাপ, এ্যাভোমিটার বা লো রেঞ্জের ভোল্টমিটার, ব্যাটারি চার্জার, ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ, হাইড্রোমিটার, পাতলা সালফিউরিক এসিড, পাতিত (Distilled) পানি, লোড টেস্টার, কানেকটর, কম্বিনেশন প্লায়ার্স, কিছু তার, ব্যাটারির ভোল্টেজ রেটিং এর সমান ১ টি টেস্ট বাতি, টেস্টিং ব্যাটারি ইত্যাদি।

ব্যাটারি তৈরিকরণ:

কাজের ধারা: নিচের ধাপ অনুসারে ব্যাটারি তৈরি করতে হবে।

১। প্রয়োজনীয় সংখ্যক প্লেটগুলো ইন্টারনাল কানেকটর দিয়ে গ্রুপিং কর।

২। প্লেটের মাঝে সেপারেটর বসিয়ে সেল গ্রুপে বসাতে হবে।

৩। সেলগুলোকে এক্সটারনাল বার দিয়ে সংযোগ করতে হবে।

৪। ঢালাই করে টার্মিনাল পোস্ট বসাতে হবে।

৫। প্রতিটি সেলে ইলেকট্রোলাইট লেবেল মতো দিতে হবে।

৬। ভেন্ট প্লাগ লাগাতে হবে।

ব্যাটারি চার্জকরণ:

১। সঠিক পোলারিটিতে, প্রয়োজনীয় ডিসি ভোল্টেজ সরবরাহের সাথে ব্যাটারি সংযোগ করতে হবে।

২। ভেন্ট প্লাগ খুলে রাখতে হবে।

৩। মাঝে মাঝে ভোল্টমিটার দিয়ে প্রতি সেল এবং ব্যাটারির ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।

৪। হাইড্রোমিটার দিয়ে ইলেকট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপ করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে সে সমস্ত সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে-

১। কাজের সময় হ্যান্ড গ্লোবস ব্যবহার করতে হবে এবং গায়ে, চোখে হাত দেওয়া যাবে না।

২। ডিসি সরবরাহে ব্যাটারি চার্জ করতে হবে।

৩। ব্যাটারির পজিটিভ টার্মিনাল ডিসি চার্জিং ভোল্টেজ এর পজিটিভ প্রান্তে ও নেগেটিভ টার্মিনাল সাপ্লাই এর নেগেটিভ প্রান্তে যুক্ত করতে হবে।

৪। কম কারেন্টে চার্জ করতে হবে। অর্থাৎ ব্যাটারি প্রস্তুতকারকের নির্দেশ মতো চার্জ ও রক্ষণাবেক্ষণ করতে হবে।

৫। লোড টেস্টার বেশি সময় ধরে রাখা যাবে না।

জব নং: ০৫

জবের নাম: কতকগুলো সেল সিরিজ, প্যারালাল ও মিশ্র সংযোগকরণ।

জবের উদ্দেশ্য: এ জবের উদ্দেশ্যসমূহ নিম্নরূপ।

১। চাহিদা অনুযায়ী ভোল্টেজ বা অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটি বৃদ্ধির জন্য সেলের বিভিন্ন সংযোগ করা।

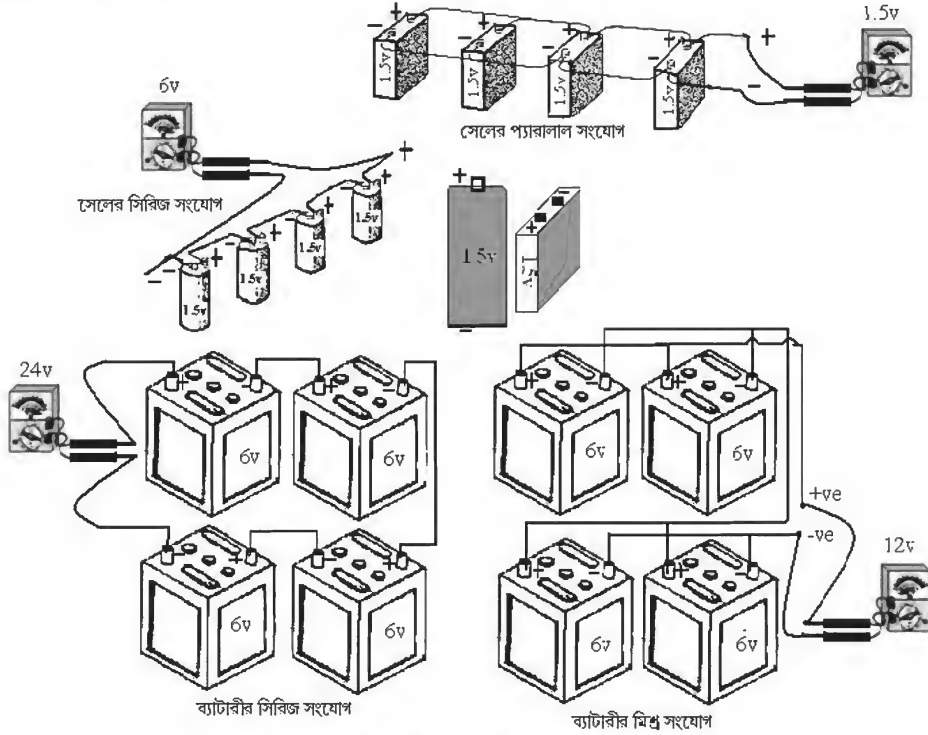
২। সেলের বিভিন্ন সংযোগে যে সমস্ত সরঞ্জাম দরকার হয় সেগুলো সংগ্রহ করা।

৩। সেলের টার্মিনাল শনাক্ত করা, ভোল্টেজ মাপা, ধরন অনুযায়ী সংযোগের গুরুত্ব বুঝে সংযোগ করা এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করা আর এ কাজগুলো সমাধানের মাধ্যমে বাস্তব দক্ষতা অর্জন করাই উদ্দেশ্য।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১। এ্যাভোমিটার	৬। ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
২। কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৭। ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল
৩। ফ্লাট জু ড্রাইভার	৮। ফিলিপস জু ড্রাইভার
৪। নিয়ন টেস্টার	৯। সোল্ডারিং আয়রণ ইত্যাদি।
৫। কানেক্টিং জু ড্রাইভার	

প্রয়োজনীয় মালামাল: সেল এর বিভিন্ন সংযোগে যে মালামালগুলোর প্রয়োজন সেগুলো হলো-১। প্রতিটি ১.৫ ভোল্টেজ এর ৪ টি সেল, ২। ৬ ভোল্টের ৪ টি ব্যাটারি, ৩। ব্যাটারি কেসিং, ৪। ফ্রেজিবল তার, ৫। কানেক্টর ৬। রজন, সোল্ডার গিড ইত্যাদি।



চিত্র: সেল/ব্যাটারির বিভিন্ন সংযোগকরণ

কাজের ধারা: জবের উদ্দেশ্য পূরণে উপরের চিত্রানুযায়ী ধাপে ধাপে যে কাজগুলো করতে হবে-

- ১। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
- ২। এ্যাভোমিটার দিয়ে সেলের টার্মিনাল শনাক্ত করে এবং ইএমএফ পরিমাপ করতে হবে।
- ৩। কেসিং এর মধ্যে বা চিত্রানুযায়ী ৪টি সেলের সিরিজ সংযোগ কর এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।
- ৪। কেসিং এর মধ্যে বা চিত্রানুযায়ী ৪টি সেলের প্যারালাল সংযোগ কর এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।
- ৫। চিত্র অনুযায়ী সেলগুলোর মিশ্র সংযোগ কর এবং ভোল্টেজ মাপ করতে হবে।
- ৬। অনুরূপভাবে সেলের পরিবর্তে ব্যাটারি ব্যবহার করে একই কাজ করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে সে সমস্ত সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। কাজের সময় হ্যান্ড গ্লোবস ব্যবহার করতে হবে এবং গায়ে, চোখে হাত দেওয়া যাবে না।
- ২। প্যারালালে যুক্ত সেল বা ব্যাটারিসমূহের ভোল্টেজ একই হতে হবে।
- ৩। এ্যাভোমিটার সঠিকভাবে সিলেক্ট করে পাঠ নিতে হবে।

জব নং: ০৬

জবের নাম: কতকগুলো ব্যাটারি সিরিজ, প্যারালাল ও মিশ্র সংযোগকরণ।

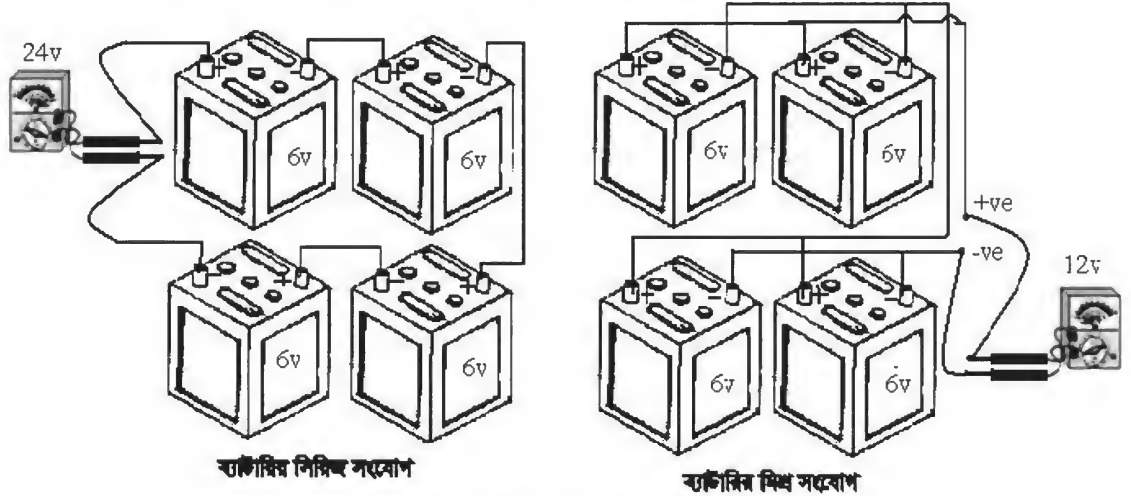
জবের উদ্দেশ্য: এ জবের উদ্দেশ্যসমূহ নিম্নরূপ।

- ১। চাহিদা অনুযায়ী ভোল্টেজ বা অ্যাম্পিয়ার ক্যাপাসিটি বৃদ্ধির জন্য ব্যাটারির সিরিজ-প্যারালাল সংযোগ করা।
- ২। ব্যাটারির বিভিন্ন সংযোগে যে সমস্ত সরঞ্জাম দরকার হয় সেগুলো সংগ্রহ করা।
- ৩। ব্যাটারিসমূহের টার্মিনাল শনাক্ত করা, ভোল্টেজ মাপা, ধরন অনুযায়ী সংযোগের গুরুত্ব বুঝে সংযোগ করা এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করা। আর এ কাজগুলো সমাধানের মাধ্যমে বাস্তব দক্ষতা অর্জন করাই উদ্দেশ্য।
- ৪। কাজের মাধ্যমে সতর্কতা অবলম্বনে দক্ষতা অর্জন করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১। এ্যাভোমিটার	৫। কানেক্টিং জু ড্রাইভার
২। কবিনেশন প্রায়ার্স	৬। ডারাগোনাল কাটিং প্রায়ার্স
৩। ফ্লাট জু ড্রাইভার	৭। ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল
৪। নিয়ন টেস্টার	৮। সোল্ডারিং আয়রন ইত্যাদি।

প্রয়োজনীয় মালামাল: ব্যাটারির বিভিন্ন সংযোগে যে মালামালগুলোর প্রয়োজন সেগুলো হলো-১। ৬ ভোল্টের ৪ টি ব্যাটারি, ২। ফ্লেক্সিবল তার, ৩। রজন, সোল্ডার লিড ইত্যাদি।



চিত্র: ব্যাটারির বিভিন্ন সংযোগকরণ

কাজের ধারা: জবের উদ্দেশ্য পূরণে উপরের চিত্রানুযায়ী ধাপে ধাপে যে কাজগুলো করতে হবে-

- ১। প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
- ২। এ্যাভোমিটার দিয়ে সেলের টার্মিনাল শনাক্ত করে এবং ইএমএফ পরিমাপ করতে হবে।
- ৩। কেসিং এর মধ্যে বা চিত্রানুযায়ী ৪টি সেলের সিরিজ সংযোগ কর এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।

- ৪। কেসিং এর মধ্যে বা ডিঅ্যানুয়ারী ৪টি সেলের প্যারালাল সংযোগ কর এবং ভোল্টেজ পরিমাপ করতে হবে।
 ৫। চিহ্ন অনুযায়ী সেলগুলোর মিশ্র সংযোগ কর এবং ভোল্টেজ মাপ করতে হবে।
 ৬। অনুরূপভাবে সেলের পরিবর্তে ব্যাটারি ব্যবহার করে একই কাজ করতে হবে।

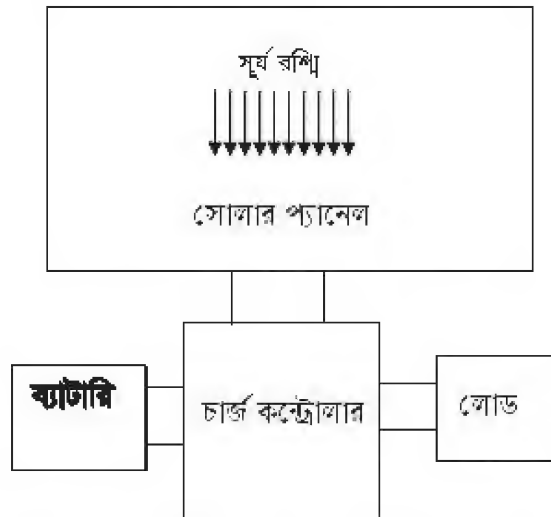
কাজের সতর্কতা: এ কাজে সে সমস্ত সতর্কতা মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। কাজের সময় হ্যান্ড ট্রোবস ব্যবহার করতে হবে এবং পায়ে, চোখে হাত দেওয়া যাবে না।
 ২। প্যারালালে যুক্ত সেল বা ব্যাটারিসমূহের ভোল্টেজ একই হতে হবে।
 ৩। এ্যাভোমিটার সঠিকভাবে সিলেক্ট করে পাঠ নিতে হবে।

কাজ নং: ০৭

কাজের নাম: সোলার প্যানেল স্থাপনকরণ।

কাজের উদ্দেশ্য: সোলার প্যানেল স্থাপন করে বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন করাই উদ্দেশ্য।



চিত্র: সোলার প্যানেল স্থাপনে প্রয়োজনীয় বিভিন্ন ইউনিটের মধ্যে সংযোগ।

তাত্ত্বিক অংশে সোলার প্যানেল এর বাস্তব চিত্র দেখানো হয়েছে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১	এ্যাভোমিটার	৫	কম্বিনেশন গ্রান্ডার্স
২	ডায়ালগোনাল কাটিং গ্রান্ডার্স	৬	ফ্লট জু ড্রাইভার
৩	ইসেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	৭	ডনরন টেস্টার
৪	ক্লিপস জু ড্রাইভার	৮	কানেক্টিং জু ড্রাইভার।

প্রয়োজনীয় মালামাল: এ কাজে যে সমস্ত মালামাল প্রয়োজন হয় সেগুলো-

১। সিঙ্গেল কোর পিভিসি তার/ক্যাবল, ২। সোলার প্যানেল, ৩। ব্যাটারি, ৪। তারসহ ব্যাটারি কানেকটর, ৫। চার্জিং কন্ট্রোলার, ৬। লোড, ৭। সোলার প্যানেল সাপোর্ট ইত্যাদি।

কাজের ধারা: জবটি সঠিকভাবে করতে নিচের কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হবে।

- ১। সোলার প্যানেল সাপোর্টের উপর এমনভাবে বসাতে হবে যেন তা ২৩ ডিগ্রি কোণে সূর্যের আলো পায়।
- ২। প্যানেলের সাথে চার্জ কন্ট্রোলার এর সংযোগ সঠিকভাবে করতে হবে।
- ৩। ব্যাটারির সাথে চার্জ কন্ট্রোলারের সংযোগ সঠিকভাবে হবে।
- ৩। চার্জ কন্ট্রোলারের সাথে লোড যুক্ত করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ সতর্কতা হলো, ব্যাটারির সাথে চার্জ কন্ট্রোলার সঠিক পোলারিটিতে সংযোগ করা।

জব নং: ০৮

জবের নাম: সাব-স্টেশন পরিদর্শন ও প্রতিবেদন তৈরি।

জবের উদ্দেশ্য: গুরুত্বপূর্ণ এ জবের উদ্দেশ্যগুলো নিম্নরূপ।

- ১। সাব-স্টেশনে ব্যবহৃত সকল যন্ত্রপাতির অবস্থান জানা।
 - ২। যন্ত্রপাতিসমূহ যেভাবে সংযোগ আছে এবং সেগুলোর কাজের গুরুত্ব জানা।
 - ৩। যন্ত্রপাতিগুলোর অপারেশন পদ্ধতি জানা।
 - ৪। কন্ট্রোল প্যানেলের ফাংশন জানা।
 - ৫। সাব-স্টেশনে লাইটনিং অ্যারেস্টর সংযোগ করতে জানা।
 - ৬। কন্ট্রোল প্যানেলে রিলে স্থাপন করতে জানা।
- মোট কথা সাব-স্টেশনে যন্ত্রপাতির অপারেশন ও স্থাপন করতে জানা।

তাত্ত্বিক অংশে ৮.১ নং চিত্রে একটি আউটডোর সাব-স্টেশন ও ৮.২ নং চিত্রে লাইন ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১	এ্যাভোমিটার	৭	কম্বিনেশন প্লায়ার্স
২	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	৮	ফ্লাট জু ড্রাইভার
৩	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স	৯	নিয়ন টেস্টার
৪	ফিলিপস জু ড্রাইভার	১০	কানেক্টিং জু ড্রাইভার
৫	ওয়্যার স্ট্রিপর	১১	ক্যাবল কাটার ইত্যাদি।
৬	মেগার		

প্রয়োজনীয় মালামাল: লাইটনিং অ্যারেস্টর, রিলে, সিটি, পিটি, সংযোগ তার, ইনসুলেটিং টেপ, কানেক্টর ইত্যাদি।

কাজের ধারা: সাব-স্টেশনে উল্লিখিত কাজ নিচের ধারাবাহিকতায় করতে হবে।

- ১। সাব-স্টেশনে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির তালিকা তৈরি করতে হবে।
- ২। প্যানেল বোর্ডের কাজ পর্যবেক্ষণ কর।
- ৩। সার্কিট ব্রেকার, রিলে, অ্যারেস্টর এর অবস্থান ও কাজ পর্যবেক্ষণ করতে হবে।
- ৪। সাব-স্টেশনে বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধ নিশ্চিত করতে হবে।
- ৫। রিলে ও উহার টার্মিনাল শনাক্ত করতে হবে।
- ৬। রিলেকে সিটি ও পিটির সাথে সঠিকভাবে সংযোগ করতে হবে।
- ৭। লাইটনিং অ্যারেস্টরের টার্মিনাল শনাক্ত করে সংযোগ দিতে হবে।
- ৮। একটি প্রতিবেদন লিখতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে যে সতর্কতাগুলো মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। সাব-স্টেশনে বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধ নিশ্চিত করতে হবে।
- ২। ক্যাবল ডিসচার্জ করে নিতে হবে।
- ৩। রিলের সংযোগ ও লাইটনিং অ্যারেস্টার স্থাপন সঠিক হতে হবে।
- ৪। বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধে প্রথমে সার্কিট ব্রেকার তারপর আইসুলেটর এবং পাওয়ার অন করার সময় প্রথমে আইসুলেটর তারপর সার্কিট ব্রেকার অন করতে হবে।

জব নং: ০৯

জবের নাম: রিলে ও লাইটনিং অ্যারেস্টর সংযোগকরণ।

জবের উদ্দেশ্য: গুরুত্বপূর্ণ এ জবের উদ্দেশ্যগুলো নিম্নরূপ।

- ১। যন্ত্রপাতি ও টুলস বাছাই করতে পারবে।
- ২। রিলের টার্মিনাল শনাক্ত করতে পারবে।
- ৩। রিলে সংযোগ করতে পারবে।
- ৪। পাওয়ার সাপ্লাই দিয়ে রিলের ফাংশন পর্যবেক্ষণ করতে পারবে।
- ৫। লাইটনিং অ্যারেস্টর শনাক্ত করতে পারবে।
- ৬। লাইটনিং অ্যারেস্টর টার্মিনাল শনাক্ত করতে পারবে।
- ৭। লাইটনিং অ্যারেস্টর সংযোগ করতে পারবে।

মোট কথা সাব-স্টেশনে যন্ত্রপাতির অপারেশন ও স্থাপন করতে জানা।

তাত্ত্বিক অংশে ৮.১ নং চিত্রে একটি আউটডোর সাব-স্টেশন ও ৮.২ নং চিত্রে লাইন ডায়াগ্রাম দেখানো হয়েছে।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১	এ্যাভোমিটার	৭	কম্বিনেশন প্লায়ার্স
২	ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল	৮	ফ্লাট ক্রু ড্রাইভার
৩	ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স	৯	নিয়ন টেস্টার
৪	ফিলিপস ক্রু ড্রাইভার	১০	কানেক্টিং ক্রু ড্রাইভার
৫	ওয়্যার স্ট্রিপর	১১	ক্যাবল কাটার ইত্যাদি।
৬	মেগার		

প্রয়োজনীয় মালামাল: লাইটনিং অ্যারেস্টর, রিলে, সংযোগ তার, ইনসুলেটিং টেপ, কানেক্টর ইত্যাদি।

কাজের ধারা: সাব-স্টেশনে উল্লিখিত কাজ নিচের ধারাবাহিকতায় করতে হবে।

- ১। সাব-স্টেশনে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতির তালিকা তৈরি করতে হবে।
- ২। প্যানেল বোর্ডের কাজ পর্যবেক্ষণ কর।
- ৩। সার্কিট ব্রেকার, রিলে, অ্যারেস্টর এর অবস্থান ও কাজ পর্যবেক্ষণ করতে হবে।
- ৪। সাব-স্টেশনে বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধ নিশ্চিত করতে হবে।
- ৫। রিলে ও উহার টার্মিনাল শনাক্ত করতে হবে।
- ৬। রিলেকে সিটি ও পিটি'র সাথে সঠিকভাবে সংযোগ করতে হবে।
- ৭। লাইটনিং অ্যারেস্টরের টার্মিনাল শনাক্ত করে সংযোগ দিতে হবে।
- ৮। একটি প্রতিবেদন লিখতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে যে সতর্কতাগুলো মেনে কাজ করতে হবে-

- ১। সাব-স্টেশনে বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধ নিশ্চিত করতে হবে।
- ২। ক্যাবল ডিসচার্জ করে নিতে হবে।
- ৩। রিলের সংযোগ ও লাইটনিং অ্যারেস্টর স্থাপন সঠিক হতে হবে।
- ৪। বিদ্যুৎ সাপ্লাই বন্ধে প্রথমে সার্কিট ব্রেকার তারপর আইসুলেটর এবং পাওয়ার অন করার সময় প্রথমে আইসুলেটর তারপর সার্কিট ব্রেকার অন করতে হবে।

জব নং: ১০

জবের নাম: বৈদ্যুতিক হিটার ও কুকার এর দোষত্রুটি নির্ণয় এবং সেগুলো মেরামতকরণ।

জবের উদ্দেশ্য: বাস্তবক্ষেত্রে উল্লিখিত বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম/ যন্ত্রপাতি যে কোন ধরনের মেরামত কাজে দক্ষতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল: এ জবের কাজ করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ও মালামাল প্রয়োজন-

১। ফ্লাট জু-ডাইভার	২। কনেকটিং জু-ডাইভার	৩। নিয়ন টেস্টার
৪। কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৫। লং নোজ প্লায়ার্স	৬। কাঁচি
৭। ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	৮। মেগার	৯। হিটিং এলিমেন্ট
১০। মাইকা শিট	১১। অ্যাসবেষ্টস শিট	১২। থার্মোস্ট্যাট
১৩। রোটোরি সুইচ বা হিট সুইচ	১৪। থ্রি-পিন প্লাগ	১৫। পিভিসি রাউন্ড ওয়্যার
১৬। এ্যাভোমিটার	১৭। ফ্লেক্সিবল তার	১৮। কানেক্টর
১৯। ফিউজ	২০। ইনসুলেটিং টেপ	২১। টেস্ট বাতি
২২। বেস প্লেট	২৩। প্লাগ ও সকেট ইত্যাদি।	২৪। বৈদ্যুতিক হিটার
২৫। কুকার।		

উল্লিখিত যন্ত্রপাতিতে যে সমস্ত ত্রুটি সাধারণভাবে দেখা দেয়।

১। শর্ট সার্কিট ত্রুটি, ২। ওপেন সার্কিট ত্রুটি ও ৩। গ্রাউন্ড বা আর্থ বা বডি ত্রুটি।

বৈদ্যুতিক হিটারে সাধারণত নিম্নের ত্রুটিসমূহ হতে পারে।

১। হিটার গরম হয় না; হিটিং এলিমেন্ট ওপেন/কাটা অথবা শর্ট।

২। হিটারের ফিউজ কাঁটা।

বৈদ্যুতিক কুকারের ত্রুটিসমূহ:

১. হিটিং এলিমেন্টের সংযোগ বিচ্ছিন্ন হওয়া	২. কয়েলে সাপ্লাই না পাওয়া
৩. হিটিং এলিমেন্ট পুরাতন হয়ে যাওয়ায় তাপ হয় না	৪. বডি বিদ্যুতায়িত হওয়া বা গ্রাউন্ড ত্রুটি
৫. হিটিং কন্ট্রোল সিস্টেম খারাপ হওয়া	৬. সুইচ ও কর্ড এর সংযোগ ঠিক না থাকা।

কাজের ধারা: কাজ করছে না এরূপ বৈদ্যুতিক হিটার পরীক্ষা করতে পর্যায়ক্রমে উহার ক) নিরবিচ্ছিন্নতা পরীক্ষা, খ) আর্থ ত্রুটি পরীক্ষা, গ) থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা, ঘ) সুইচ পরীক্ষা, ঙ) কড পরীক্ষা করতে হবে। যদি বৈদ্যুতিক হিটারের কোন অংশ খারাপ থাকে প্রয়োজনে বদলাতে হবে।

ক. সাবধানতার সাথে হিটার খুলতে ও লাগাতে হবে।

খ. এ্যাভোমিটার দিয়ে নিরবিচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করলে ইস্তিকে চালু লাইনে রাখা চলবে না।

- গ. টেস্ট বাতি দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট এর নিরবচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করা যাবে।
 ঘ. সংযোগ যেন লুজ না থাকে।
 ঙ. সুইচ পরীক্ষা করতে হবে।
 চ. যদি হিটারের কোন অংশ খারাপ থাকে, প্রয়োজনে সেই অংশ পরিবর্তন করতে হবে।
 ছ. হিটারের ফিউজ কাঁটা হলে তাপ হবে না এবং ফিউজ এলিমেন্ট বদলাতে হবে।
 জ. সাপ্লাই কর্ডের নিরবচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করতে হবে।
 ঝ. হিটারে ব্যবহৃত রোটোরি সুইচ সাবধানে সার্ভেসিং করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: কাজ করার সময় নিম্নলিখিত সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

- ক. বৈদ্যুতিক হিটার, কুকার সাবধানে খুলতে এবং সংযোগ করতে হবে।
 খ. যে কোন পরীক্ষার সময় অবশ্যই ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ সাপ্লাই লাইন থেকে বিচ্ছিন্ন করতে হবে এবং ঠাণ্ডা অবস্থায় সার্ভিসিং করতে হবে।
 গ. খেয়াল রাখতে হবে কানেকশন যেন ঢিলা না হয়।
 ঘ. সাপ্লাই দিয়ে টেস্ট করতে সাবধানে কাজ করতে হবে।

জব নং: ১১

জবের নাম: বৈদ্যুতিক ইঞ্জির দোষত্রুটি নির্ণয় এবং সেগুলো মেরামতকরণ।

জবের উদ্দেশ্য: বাস্তবক্ষেত্রে উল্লিখিত বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম/ যন্ত্রপাতি যে কোন ধরনের মেরামত কাজে দক্ষতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল: এ জবের কাজ করেত যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ও মালামাল প্রয়োজন-

১। ফ্লাট ক্রু-ডাইভার	২। কানেকটিং ক্রু-ডাইভার	৩। নিয়ন টেস্টার
৪। কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৫। লং নোজ প্লায়ার্স	৬। কাঁচি
৭। ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	৮। মেগার	৯। হিটিং এলিমেন্ট
১০। মাইকা শিট	১১। অ্যাসবেস্টস শিট	১২। থার্মোস্ট্যাট
১৩। রোটোরি সুইচ বা হিট সুইচ	১৪। থ্রি-পিন প্লাগ	১৫। পিভিসি রাউন্ড ওয়্যার
১৬। এ্যাভোমিটার	১৭। ফ্লেক্সিবল তার	১৮। কানেক্টর
১৯। ফিউজ	২০। ইনসুলেটিং টেপ	২১। টেস্ট বাতি
২২। বেস প্লেট	২৩। প্লাগ ও সকেট ইত্যাদি	২৪। বৈদ্যুতিক ইঞ্জি।

উল্লিখিত যন্ত্রে যে সমস্ত ত্রুটি সাধারণভাবে দেখা দেয়।

- ১। শর্ট সার্কিট ত্রুটি, ২। ওপেন সার্কিট ত্রুটি ও ৩। গ্রাউন্ড বা আর্থ বা বডি ত্রুটি।

বৈদ্যুতিক ইঞ্জিতে সাধারণত নিম্নের ত্রুটিসমূহ হতে পারে।

- ১। ইলেকট্রিক ইঞ্জি গরম হয় না; হিটিং এলিমেন্ট ওপেন/কাটা অথবা শর্ট।
- ২। ইলেকট্রিক ইঞ্জি স্পর্শ করলে (বেস প্লেট, প্রেসার প্লেট, কভার, ধাতব অংশ ইত্যাদি) মৃদু অথবা গুরুতর শক লাগে/ ইঞ্জি বডি হওয়া।
- ৩। বৈদ্যুতিক ইঞ্জির সুইচ অন করার সঙ্গে সঙ্গে ফিউজ পুড়ে যায়।
- ৪। এলিমেন্ট অতি তাড়াতাড়ি পুড়ে যায়।
- ৫। পাইলট ল্যাম্প জ্বলে না।
- ৬। ইঞ্জি সঠিক তাপমাত্রায় কাজ করছে না।
- ৭। থার্মোস্ট্যাট খারাপ থাকা বা থার্মোস্ট্যাট এর এডজাস্টমেন্ট ঠিক না থাকা।

কাজের ধারা: কাজ করছে না এরূপ বৈদ্যুতিক ইঞ্জি পরীক্ষা করতে পর্যায়ক্রমে উহার ক) নিরবিচ্ছিন্নতা পরীক্ষা, খ) আর্থ ত্রুটি পরীক্ষা, গ) থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা, ঘ) সুইচ পরীক্ষা, ঙ) কড পরীক্ষা করতে হবে। সার্কিট চিত্র অনুযায়ী কাজ করতে হবে। যদি বৈদ্যুতিক ইঞ্জির কোন অংশ খারাপ থাকে প্রয়োজনে বদলাতে হবে।

- ক. সাবধানতার সাথে ইঞ্জি খুলতে ও লাগাতে হবে।
- খ. মাইকা শিট লাগানোর সময় খেয়াল রাখতে হবে যাতে তা ভেঙ্গে না যায়।
- গ. এ্যাসবেস্টস শিট লাগানোর সময় খেয়াল রাখতে হবে যাতে তা ভেঙ্গে না যায়।
- ঘ. এ্যামিটার দিয়ে নিরবিচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করলে ইঞ্জিকে চালু লাইনে রাখা চলবে না।
- ঙ. টেস্ট বাতি দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট এর নিরবিচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করা যাবে।
- চ. সংযোগ যেন লুজ না থাকে।
- ছ. থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা করতে হবে এবং খারাপ থাকলে ঠিক করে দিতে হবে।
- জ. সুইচ পরীক্ষা করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: কাজ করার সময় নিম্নলিখিত সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

- ক. বৈদ্যুতিক ইঞ্জি সাবধানে খুলতে এবং সংযোগ করতে হবে।
- খ. যে কোন পরীক্ষার সময় অবশ্যই ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ সাপ্লাই লাইন থেকে বিচ্ছিন্ন করতে হবে এবং ঠাণ্ডা অবস্থায় সার্ভিসিং করতে হবে।
- গ. খেয়াল রাখতে হবে কানেকশন যেন ঢিলা না হয়।
- ঘ. সাপ্লাই দিয়ে টেস্ট করতে সাবধানে কাজ করতে হবে।

জব নং: ১২

জবের নাম: বৈদ্যুতিক কেটলি ও টোস্টার এর দোষত্রুটি নির্ণয় এবং সেগুলো মেরামতকরণ।

জবের উদ্দেশ্য: বাস্তবক্ষেত্রে উল্লিখিত বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম/ যন্ত্রপাতি যে কোন ধরনের মেরামত কাজে দক্ষতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল: এ জবের কাজ করতে যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ও মালামাল প্রয়োজন-

১। ফ্লাট জু-ডাইভার	২। কানেকটিং জু-ডাইভার	৩। নিয়ন টেষ্টার
৪। কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৫। লং নোজ প্লায়ার্স	৬। কাঁচি
৭। ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	৮। মেগার	৯। বৈদ্যুতিক টোস্টার
১০। মাইকা শিট	১১। অ্যাসবেস্টস শিট	১২। থার্মোস্ট্যাট
১৩। রোটোরি সুইচ বা হিট সুইচ	১৪। থ্রি-পিন প্লাগ	১৫। পিভিসি রাউন্ড ওয়্যার
১৬। এ্যাভোমিটার	১৭। ফ্লেক্সিবল তার	১৮। কানেক্টর
১৯। ফিউজ	২০। ইনসুলেটিং টেপ	২১। টেস্ট বাতি
২২। বেস প্লেট	২৩। প্লাগ ও সকেট	২৪। বৈদ্যুতিক কেটলি ইত্যাদি।

উল্লিখিত যন্ত্রে যে সমস্ত ত্রুটি সাধারণভাবে দেখা দেয়।

১। শর্ট সার্কিট ত্রুটি, ২। ওপেন সার্কিট ত্রুটি ও ৩। গ্রাউন্ড বা আর্থ বা বডি ত্রুটি।

বৈদ্যুতিক কেটলির ত্রুটিসমূহ:

১. হিটিং এলিমেন্টের সংযোগ বিচ্ছিন্ন হওয়া	৪. কয়েলে সাপ্লাই না পাওয়া
২. বডি বিদ্যুতায়িত হওয়া	৫. হিটিং এলিমেন্ট পুরাতন হয়ে যাওয়া
৩. কয়েলের কভার লিক হওয়া	৬. হিটিং কন্ট্রোল সিস্টেম খারাপ হওয়া।

বৈদ্যুতিক টোস্টারের ত্রুটিসমূহ:

১. হিটিং এলিমেন্টের সংযোগ বিচ্ছিন্ন হওয়া	২. কয়েলে সাপ্লাই না পাওয়া
৩. হিটিং এলিমেন্ট পুরাতন হয়ে যাওয়ায় তাপ হয় না	৪. বডি বিদ্যুতায়িত হওয়া বা গ্রাউন্ড ত্রুটি
৫. হিটিং কন্ট্রোল সিস্টেম খারাপ হওয়া	৬. সুইচ ও কর্ড এর সংযোগ ঠিক না থাকা।

কাজের ধারা: কাজ করছে না এরূপ বৈদ্যুতিক কেটলি ও টোস্টার পরীক্ষা করতে পর্যায়ক্রমে উহার ক) নিরবচ্ছিন্নতা পরীক্ষা, খ) আর্থ ত্রুটি পরীক্ষা, গ) থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা, ঘ) সুইচ পরীক্ষা, ঙ) কর্ড পরীক্ষা করতে হবে। সার্কিট চিত্র অনুযায়ী কাজ করতে হবে। যদি বৈদ্যুতিক ইঞ্জির কোন অংশ খারাপ থাকে প্রয়োজনে বদলাতে হবে।

- ক. সাবধানতার সাথে কেটলি ও টোস্টার খুলতে ও লাগাতে হবে।
 খ. এ্যাভোমিটার দিয়ে নিরবিচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করলে ইন্ডিকে চালু লাইনে রাখা চলবে না।
 গ. টেস্ট বাতি দিয়ে হিটিং এলিমেন্ট এর নিরবিচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করা যাবে।
 ঘ. সংযোগ যেন লুজ না থাকে।
 ঙ. থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা করতে হবে এবং খারাপ থাকলে ঠিক করে দিতে হবে।
 চ. সুইচ পরীক্ষা করতে হবে।
 ছ. সাপ্লাই কর্ডের নিরবিচ্ছিন্নতা পরীক্ষা করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: কাজ করার সময় নিম্নলিখিত সতর্কতা অবলম্বন করতে হবে।

- ক. বৈদ্যুতিক কেটলি ও টোস্টার সাবধানে খুলতে এবং সংযোগ করতে হবে।
 খ. যে কোন পরীক্ষার সময় অবশ্যই ইলেকট্রিক্যাল সংযোগ সাপ্লাই লাইন থেকে বিচ্ছিন্ন করতে হবে এবং ঠাণ্ডা অবস্থায় সার্ভিসিং করতে হবে।
 গ. খেয়াল রাখতে হবে কানেকশন যেন ঢিলা না হয়।
 ঘ. সাপ্লাই দিয়ে টেস্ট করতে সাবধানে কাজ করতে হবে।
 ঙ. কেটলি-তে পানি দিয়ে সরবরাহের সাথে সংযোগ করতে হবে।
 চ. পানি না দিয়ে বৈদ্যুতিক কেটলিতে কখনোই বিদ্যুৎ সাপ্লাই দিবে না।

জব নং: ১৩

জবের নাম: রেফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক সার্কিট মেরামতকরণ।

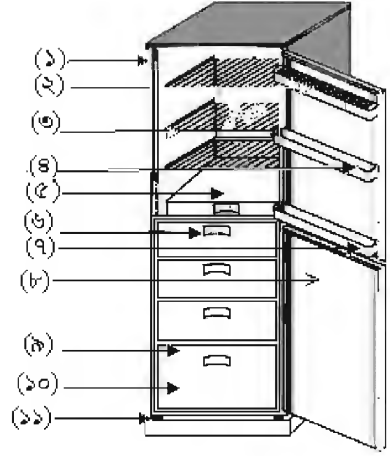
জবের উদ্দেশ্য: বাস্তব ক্ষেত্রে ফ্রিজের ইলেকট্রিক্যাল ট্রাউব শনাক্ত করে মেরামত করার দক্ষতা অর্জন করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি ও মালামাল: এ জবের কাজ করেত যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ও মালামাল প্রয়োজন-

১। ফ্লাট স্ক্রু-ডাইভার	২। কানেকটিং স্ক্রু-ডাইভার	৩। নিয়ন টেস্টার
৪। কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৫। লং নোজ প্লায়ার্স	৬। কাঁচি
৭। ইলেকট্রিশিয়ান নাইফ	৮। মেগার	৯। থার্মোস্ট্যাট
১০। থ্রি-পিন প্লাগ	১১। পিভিসি ওয়্যার	১২। এ্যাভোমিটার
১৩। কানেক্টর	১৪। ফিউজ	১৫। ইনসুলেটিং টেপ
১৬। টেস্ট বাতি	১৭। প্লাগ ও সকেট	১৮। রিলে ইত্যাদি।

ফ্রিজের বিভিন্ন অংশের নাম:

১। কেবিনেট	১০। ফ্রিজার কম্পার্টমেন্ট
২। এগ র্যাক	১১। এ্যাডজাস্টেবল লেগ
৩। কোটেড সেলফ	১২। কন্ট্রোল বক্স
৪। বোতল গার্ড	১৩। আইচ কিউব ট্রে
৫। ক্লাস সেলফ	১৪। ইউটিলিটি র্যাক
৬। ইউটিলিটি বক্স	১৫। ফ্রিজার সেলফ
৭। ক্যানড ফুট র্যাক	১৬। বোতল গার্ড আপ
৮। দরজা	১৭। ক্রিসপার
৯। মিট ট্রে	১৮। ড্রেইন ট্রে।



চিত্র: রেফ্রিজারেটর/ফ্রিজের বাহ্যিক গঠন।

কাজের ধারা: রেফ্রিজারেটরের বৈদ্যুতিক সার্কিট পরীক্ষা যেমন- কমপ্রেসার মোটরের নিরবিচ্ছিন্নতা, কমপ্রেসার আর্থ ট্রাট, রিলে টেস্ট/পরীক্ষা, থার্মোস্ট্যাট পরীক্ষা, ক্যাপাসিটর পরীক্ষা ইত্যাদি সম্পন্ন করতে হবে। যদি বৈদ্যুতিক সার্কিটের কোন অংশ খারাপ থাকে তবে সে সব অংশগুলো প্রয়োজনে মেরামত অথবা বদলিয়ে দিতে হবে।

রেফ্রিজারেটর যেভাবে ব্যবহার করতে হবে সে নিয়মগুলো নিচে দেওয়া হলো।

- ১। রেফ্রিজারেটর সমতল এবং লেভেল জায়গায় বসাতে হবে।
- ২। রেফ্রিজারেটর এর পিছনের অংশের চেয়ে সামনের অংশ খুব সামান্য উঁচু রাখতে হবে।
- ৩। চারিদিকে পর্যাপ্ত ভেন্টিলেশন এর জায়গা খালি রাখতে হবে।
- ৪। রেফ্রিজারেটর রৌদে এবং গ্যাস কিংবা হিটারের কাছে স্থাপন করা যাবে না।
- ৫। রেফ্রিজারেটরের পাওয়ার লাইনে ভোল্টেজ উঠানামা জনিত ক্ষতির থেকে রক্ষার জন্য স্ট্যাবিলাইজার ব্যবহার করতে হবে।
- ৬। রসালো ফল ও শাক সবজি দীর্ঘ সময় ধরে ক্রিস্পারে (Crisper) রাখা যেতে পারে।
- ৭। রেফ্রিজারেটরে কখনও পচা খাবার রাখা যাবে না।
- ৮। দীর্ঘ সময় ধরে রেফ্রিজারেটরের দরজা খুলে রাখা যাবে না।
- ৯। রেফ্রিজারেটরে গরম খাদ্য দ্রব্য রাখা যাবে না।
- ১০। ধারালো ছুরি ব্যবহারে রেফ্রিজারেটর পরিষ্কার করা যাবে না।
- ১১। ড্রেইন ট্রে মাসে একবার পরিষ্কার করা উচিত।
- ১২। ফ্রিজ পরিষ্কার করার পূর্বে অবশ্যই বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করতে হবে।
- ১৩। ফ্রিজ পরিষ্কার করার জন্য রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করা যাবে না; নরম কাপড় ও ডিটারজেন্ট দিয়ে পরিষ্কার করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: যে সাবধানতা মেনে কাজ করতে হবে।

- ১। সাবধানে কমপ্রেসার মোটর খুলতে এবং লাগাতে হবে।
- ২। হিটিং এলিমেন্টটি সঠিকভাবে সেটিং করতে হবে।
- ৩। কুলিং নব সঠিকভাবে সেট করতে হবে।
- ৪। প্রতিটি অংশ সঠিকভাবে সার্কিট অনুযায়ী সেটিং করতে হবে।

জব নং: ১৪

জবের নাম: মাইক্রোওয়েভ ওভেন বিদ্যুৎ সাপ্লাই এর সাথে সংযোগ ও পরিচালনা করার দক্ষতা অর্জন।

জবের উদ্দেশ্য: অত্যাধুনিক রান্নার সামগ্রী মাইক্রোওয়েভ ওভেন বিদ্যুৎ সাপ্লাই এর সাথে সংযোগ ও পরিচালনা করার বাস্তব অভিজ্ঞতা অর্জন করা।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১। এ্যাভোমিটার	৬। মেগার
২। কম্বিনেশন প্লায়ার্স	৭। ডায়াগোনাল কাটিং প্লায়ার্স
৩। ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৮। ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল
৪। নিয়ন টেস্টার	৯। ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার।
৫। কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার	

প্রয়োজনীয় মালামাল: মাইক্রোওয়েভ ওভেনের সাথে প্রদত্ত পাওয়ার কর্ড, ম্যানুয়েল ইত্যাদি।

কাজের ধারা: জবটি সঠিকভাবে সমাধা করতে নিচের কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হবে।

- ১। ম্যানুয়েল এ লিখিত নিয়ম অনুযায়ী পাওয়ার কর্ড সংযুক্ত করে বিদ্যুৎ সরবরাহ দিতে হবে।
- ২। প্রয়োজনীয় তাপমাত্রা অনুযায়ী হিট কন্ট্রোল নব সিলেক্ট করতে হবে।
- ৩। এর কন্ট্রোল নবগুলোর অপারেশন সঠিকভাবে করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে সে সমস্ত সতর্কতা মানতে হবে-

- ১। সঠিকভাবে সংযোগের জন্য পাওয়ার কর্ড টার্মিনাল শনাক্ত করে সংযোগ দিতে হবে।
- ২। সঠিক আর্থিং করা থাকা উচিত।
- ৩। টাইমার সুইচ, ব্রোয়ার মোটর, স্টিরার মোটর, কুক সুইচ, ডোর সেফটি সুইচ, থারমো কাট- আউট, ওভেন লাইট ইত্যাদির কার্যক্রমের প্রতি লক্ষ রাখতে হবে।

অব নং: ১৫

অবের নাম: আইপিএস/ইউপিএস/ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার লোডের সাথে সংযোগ স্থাপনকরণ।

অবের উদ্দেশ্য: বিভিন্ন প্রকার সেনসেটিভ ইলেকট্রনিক সামগ্রী/ যন্ত্রপাতি (কম্পিউটার, ক্যাম, মেডিক্যাল ইন্ট্রুমেন্ট) চালাতে নিরবিচ্ছিন্ন ও নির্দিষ্ট ভোল্টেজ এ বিদ্যুৎ সরবরাহের প্রয়োজন হয়। উল্লিখিত অবটি সঠিকভাবে সমাধানের উদ্দেশ্য হচ্ছে আইপিএস/ইউপিএস/ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার এ জাতীয় ডিভাইসসমূহ এ সকল যন্ত্রপাতির সাথে যথাযথ সংযোগ স্থাপন। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন করে লক্ষ্য করা। সংযোগ পর্বসম্পন্ন ও চেক করা এবং বিদ্যুৎ সরবরাহে মেশিন/সরঞ্জাম চালনা করার বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১। এ্যাডাপ্টার	২। মেশার	৩। কবিনেশন প্রার্স
৪। ডায়ালোনাল কাটিং প্রার্স	৫। ব্লট কু ড্রাইভার	৬। ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল
৭। নিরন টেস্টার	৮। ফিলিপস কু ড্রাইভার	৯। কানেক্টিং কু ড্রাইভার
১০। এডজাস্টেবল বা ব্রাইড ব্রেজ	১১। বলশিন হ্যামার ইত্যাদি।	

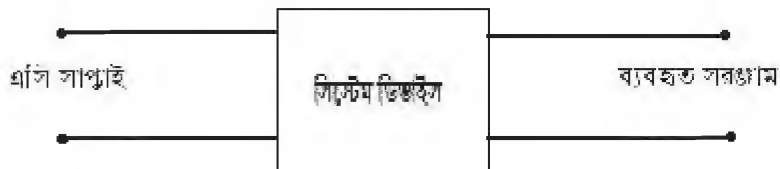
প্রয়োজনীয় মালামাল: যে সরঞ্জাম অন্য যে মেশিনের সাথে সংযোগ করতে হবে উক্ত মেশিনের সাথে প্রদত্ত মালামালসমূহ। কিছু পরিমাপ সিলেক কোর শিভিসি ডায়।

কাজের ধারা: অবটি সঠিকভাবে সমাধা করতে নিচের কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হবে। এ ধরনের সংযোগ কাজ করতে ঊনবিংশ অধ্যায়ে চিত্র দেখরা আছে।

১। ইউপিএস এর ব্যাক প্যানেলে ২ টি পাওয়ার ক্যাবল সংযোগ করে ১ টি সাগ্রাই ও অন্যটি সংশ্লিষ্ট মেশিনের সাথে সংযোগ করতে হবে।

২। বিদ্যুৎ সাগ্রাই সুইচ অন করে ইউপিএস/আইপিএস এর সুইচ অন করতে হবে।

৩। আইপিএস এর ব্যাটারি ড্রিল হলে সিস্টেমের সাথে ব্যাটারিকে সংযুক্ত করতে হবে।



চিত্র: আইপিএস/ইউপিএস/ভোল্টেজ স্ট্যাবিলাইজার এর সংযোগ স্থাপন।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে সে সমস্ত সতর্কতা মানতে হবে-

১। সঠিকভাবে সংযোগের জন্য পাওয়ার কর্ড টার্মিনাল শনাক্ত করে সংযোগ দিতে হবে।

২। ব্যাটারি সংযোগ করতে সঠিক পোলারিটিতে সংযোগ করতে হবে।

জব নং: ১৬

জবের নাম: প্রজেক্ট তৈরির দক্ষতা অর্জন করবে।

জবের উদ্দেশ্য: বিভিন্ন প্রকার ইলেকট্রনিক সামগ্রী/ যন্ত্রপাতি (কম্পিউটার, ফ্যাক্স, মেডিক্যাল ইন্সট্রুমেন্ট) পরিচালনা, মেরামত ও রক্ষণাবেক্ষণ এ দক্ষতা অর্জন করা আবশ্যিক এবং তা করতে প্রজেক্ট তৈরির বিকল্প নেই। কাজের জন্য প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি নির্বাচন করে সংগ্রহ করা। সংযোগ পর্যবেক্ষণ ও চেক করা এবং বিদ্যুৎ সরবরাহে মেশিন/সরঞ্জাম চালনা করার বাস্তব অভিজ্ঞতা ও দক্ষতা অর্জন।

প্রয়োজনীয় যন্ত্রপাতি: এ কাজে যে সমস্ত যন্ত্রপাতির প্রয়োজন সেগুলো-

১। এ্যাভোমিটার	২। মেগার	৩। কন্ট্রোল প্রায়ার্স
৪। ডায়াগনোয়াল কাটিং প্রায়ার্স	৫। ফ্ল্যাট স্ক্রু ড্রাইভার	৬। ইলেকট্রিক হ্যান্ড ড্রিল
৭। নিয়ন টেস্টার	৮। ফিলিপস স্ক্রু ড্রাইভার	৯। কানেক্টিং স্ক্রু ড্রাইভার
১০। এ্যাডজাস্টেবল বা স্লাইড রেঞ্জ	১১। বলপিন হ্যামার ও ম্যালিট	১২। সোল্ডারিং আয়রন ইত্যাদি

প্রয়োজনীয় মালামাল: প্রজেক্ট এর ধরন অনুযায়ী বিভিন্ন মালামাল এর প্রয়োজন হবে। যেমন-

১। সোল্ডারিং লিড	২। রজন	৩। তার
৪। ম্যাগনেটিক কন্টাক্টর	৫। রিলে	৬। ফিউজ
৭। ইন্ডিকেটর বাতি	৮। রেজিস্টর	৯। কানেক্টর ইত্যাদি

কাজের ধারা: প্রজেক্টটি সঠিকভাবে সমাধা করতে নিচের কাজগুলো ধারাবাহিকভাবে করতে হবে।

- (১) জব অনুযায়ী যন্ত্রপাতি ও মালামাল সংগ্রহ করতে হবে।
- (২) সার্কিট চিত্র আঁকতে হবে এবং প্রয়োজনে লে-আউট করে নিতে হবে।
- (৩) পর্যায়ক্রমে সরঞ্জামগুলো সংযোগ করতে হবে।
- (৪) প্রজেক্ট তৈরি হলে তা টেস্ট করতে হবে।

কাজের সতর্কতা: এ কাজে সে সমস্ত সতর্কতা মানতে হবে-

- ১। সঠিকভাবে সার্কিট চিত্র অনুযায়ী সংযোগ দিতে হবে।
- ২। কোন দুর্ঘটনা যেন না ঘটে সেদিকে লক্ষ রাখতে হবে।
- ৩। কোন সংযোগে লুজ বা ঢিলা রাখা যাবে না।

২০১৮ শিক্ষাবর্ষ
জেনারেল ইলেকট্রিক্যাল ওয়ার্কস-২

শিক্ষা নিয়ে গড়ব দেশ
শেখ হাসিনার বাংলাদেশ

কারিগরি শিক্ষা আত্মনির্ভরশীলতার চাবিকাঠি

নারী ও শিশু নির্যাতনের ঘটনা ঘটলে প্রতিকার ও প্রতিরোধের জন্য ন্যাশনাল হেল্পলাইন সেন্টারে
১০৯ নম্বর-এ (টোল ফ্রি, ২৪ ঘণ্টা সার্ভিস) ফোন করুন

২০১০ শিক্ষাবর্ষ থেকে গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক
বিনামূল্যে বিতরণের জন্য